

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electromechanical contactors for household and similar purposes

Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2009 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

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

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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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

A propos de la CEI

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

A propos des publications CEI

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

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

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

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

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

- Electropedia: www.electropedia.org

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

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

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

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



IEC 61095

Edition 2.0 2009-02

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electromechanical contactors for household and similar purposes

Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XF

ICS 29.120.99; 29.130.20

ISBN 2-8318-1026-2

CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms and definitions.....	11
3.1 General terms.....	11
3.2 Switching devices.....	13
3.3 Parts of switching devices.....	15
3.4 Operation of switching devices.....	18
3.5 Characteristic quantities.....	19
4 Classification.....	24
5 Characteristics of contactors.....	24
5.1 Summary of characteristics.....	24
5.2 Type of contactor.....	24
5.2.1 Number of poles.....	24
5.2.2 Method of control.....	24
5.3 Rated and limiting values for main circuits.....	24
5.3.1 General.....	24
5.3.2 Rated voltages.....	24
5.3.3 Currents or powers.....	25
5.3.4 Rated frequency.....	26
5.3.5 Rated duties.....	26
5.3.6 Normal load and overload characteristics.....	27
5.3.7 Rated conditional short-circuit current.....	28
5.4 Utilization category.....	28
5.4.1 General.....	28
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests.....	28
5.5 Control circuits.....	29
5.6 Auxiliary circuits.....	29
5.7 Co-ordination with short-circuit protective devices.....	29
6 Product information.....	29
6.1 Nature of information.....	29
6.1.1 Identification.....	29
6.1.2 Characteristics, basic rated values and utilization.....	30
6.2 Marking.....	30
6.3 Instructions for installation, operation and maintenance.....	31
7 Normal service, mounting and transport conditions.....	31
7.1 Normal service conditions.....	31
7.1.1 Ambient air temperature.....	31
7.1.2 Altitude.....	32
7.1.3 Atmospheric conditions.....	32
7.1.4 Normal electromagnetic environmental conditions.....	33
7.2 Conditions during transport and storage.....	33
7.3 Mounting.....	33
8 Constructional and performance requirements.....	33
8.1 Constructional requirements.....	33

8.1.1	General	33
8.1.2	Materials	33
8.1.3	Strength of screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance	34
8.1.4	Vacant	35
8.1.5	Actuator	35
8.1.6	Indication of the OFF and ON positions	35
8.1.7	Terminals	36
8.1.8	Additional requirements for contactors provided with a neutral pole	37
8.1.9	Provisions for earthing	37
8.1.10	Enclosures	38
8.1.11	Degrees of protection of enclosed contactors	39
8.1.12	Resistance to impact	39
8.1.13	Durability of markings	39
8.2	Performance requirements	40
8.2.1	Operating conditions	40
8.2.2	Temperature-rise	40
8.2.3	Dielectric properties	43
8.2.4	Normal load and overload performance requirements	45
8.2.5	Co-ordination with short-circuit protective devices	47
8.3	Electromagnetic compatibility	47
8.3.1	Immunity	47
8.3.2	Emission	47
9	Tests	48
9.1	Types of test	48
9.1.1	General	48
9.1.2	Type tests	48
9.1.3	Routine tests	48
9.1.4	Sampling tests for clearance verification	49
9.2	Compliance with constructional requirements	49
9.2.1	General	49
9.2.2	Materials	49
9.2.3	Test on screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance	52
9.2.4	Verification of the degrees of protection of enclosed contactors	52
9.2.5	Mechanical properties of terminals	52
9.2.6	Test of resistance to impact	55
9.2.7	Test of durability of marking	57
9.3	Compliance with performance requirements	58
9.3.1	Test sequences	58
9.3.2	General test conditions	58
9.3.3	Performance under no load, normal load and overload conditions	60
9.3.4	Performance under short-circuit conditions	71
9.3.5	Overload current withstand capability	76
9.3.6	Routine tests	76
Annex A (normative)	Terminal marking and distinctive number	95
Annex B (normative)	Test sequences and number of samples	100
Annex C (normative)	Description of a method for adjusting the load circuit	102
Annex D (normative)	Determination of short-circuit power-factor	104

Annex E (normative) Measurement of creepage distances and clearances	106
Annex F (normative) Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of a contactor	111
Annex G (normative) Hot wire ignition test	113
Annex H (normative) Degrees of protection of enclosed contactor	115
Annex I (normative) Requirements and tests for equipment with protective separation.....	122
Figure 1 – Thread-forming tapping screw	77
Figure 2 – Thread-cutting tapping screw	77
Figure 3 – Ball-pressure test apparatus (see 9.2.2.3.1)	77
Figure 4 – Test equipment for flexion test (see 9.2.5.3)	78
Figure 5 – Gauges of form A and form B (see 9.2.5.5)	78
Figure 6 – Pendulum for mechanical impact test apparatus (striking element) (see 9.2.6.2.1)	79
Figure 7 – Mounting support for sample, for mechanical impact test (see 9.2.6.2.1).....	80
Figure 8 – Pendulum hammer test apparatus (see 9.2.6.2.1)	81
Figure 9 – Sphere test apparatus (see 9.2.6.2.2)	81
Figure 10 – Jointed test finger (according to IEC 60529).....	82
Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.....	83
Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.....	84
Figure 13 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole contactor	85
Figure 14 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole contactor	86
Figure 15 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear (see 9.3.3.5.2, e)) under ideal conditions	87
Figure 16 – Diagram of a load circuit adjustment method.....	88
Figure 17 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.	89
Figure 18 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.	90
Figure 19 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole contactor.....	91
Figure 20 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole contactor.....	92
Figure 21 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole contactor on single-phase a.c.	93
Figure 22 – Diagram of the test circuit for making and breaking verification for utilization category AC-7c	94
Figure C.1 – Determination of the actual value of the factor γ	103
Figure E.1 – Measurement of ribs	106
Figure E.2 – Creepage distance example 1.....	107
Figure E.3 – Creepage distance example 2.....	107
Figure E.4 – Creepage distance example 3.....	107
Figure E.5 – Creepage distance example 4.....	108

Figure E.6 – Creepage distance example 5.....	108
Figure E.7 – Creepage distance example 6.....	108
Figure E.8 – Creepage distance example 7.....	109
Figure E.9 – Creepage distance example 8.....	109
Figure E.10 – Creepage distance example 9.....	109
Figure E.11 – Creepage distance example 10.....	110
Figure E.12 – Creepage distance example 11.....	110
Figure G.1 – Test fixture for hot wire ignition test.....	113
Figure H.1 – IP Codes	119
Figure I.1 – Example of application with component connected between separated circuits.....	126
Table 1 – Utilization categories.....	29
Table 2 – Standard cross-sections of round copper conductors.....	37
Table 3 – Temperature-rise limits for insulated coils in air.....	40
Table 4 – Temperature-rise limits of terminals	41
Table 5 – Temperature-rise limits of accessible parts.....	41
Table 6 – Intermittent duty test cycle data.....	42
Table 7 – Making and breaking capacities. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories	45
Table 8 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of rated making and breaking capacities	46
Table 9 – Conventional operational performance. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories	46
Table 10 – Overload current withstand requirements	47
Table 11 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	53
Table 12 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors.....	54
Table 13 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges.....	55
Table 14 – Tolerances on test quantities.....	59
Table 15 – Test copper conductors	62
Table 16 – Impulse test voltages and corresponding altitudes.....	66
Table 17 – Minimum clearances in air.....	67
Table 18 – Minimum creepage distances	67
Table 19 – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage	68
Table 20 – Values of power-factors corresponding to test currents and ratio n between peak and r.m.s. values of current.....	73
Table 21 – Value of the prospective test current according to the rated operational current.....	75
Table B.1 – Test sequences.....	100
Table B.2 – Number of samples to be tested.....	101
Table F.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the contactor rated impulse withstand voltage, in case of over-voltage protection by surge-arresters according to IEC 60099-1.....	112

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROMECHANICAL CONTACTORS
FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR PURPOSES**

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 61095 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear in conjunction with subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1992 and its Amendment 1 (2000), and constitutes a technical revision.

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

- deletion of switching overvoltages requirements,
- addition of a new utilization category AC-7c: switching of compensated electric discharge lamp control,
- measuring of U_{imp} required, but the marking is not required if U_{imp} equal to 4 kV,
- improvement regarding marking concerning direction of movement,
- improvement of dielectric properties,
- test of resistance to humidity referred to IEC 60068-2-78 instead of IEC 60068-2-3,

- amendment to Table B.1 regarding test sequences,
- deletion of Table F.2 regarding the correspondence between the nominal voltage of the supply system and the contactor rated impulse withstand voltage,
- addition of a new Annex H (normative): degrees of protection of enclosed contactor,
- addition of a new Annex I (normative): requirements and tests for equipment with protective separation.

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

FDIS	Report on voting
17B/1640/FDIS	17B/1652/RVD

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

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

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

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

INTRODUCTION

This International Standard gives requirements for contactors household and similar purposes, including contactors for distribution control in buildings.

Contactors for such purposes have particular requirements which include test sequences and sampling plans to facilitate testing.

Contactors according to this standard are limited in the range of operational currents and operational voltages to values appropriate to the applications. Such contactors are for use in circuits of limited prospective short-circuit fault current for which they need to be co-ordinated with an appropriate short-circuit protective device to provide suitable co-ordination.

This standard defines in a single document the specific utilization category for a described application and states the relevant requirements. As far as possible, it is in line with the requirements contained in IEC 60947-4-1 "Electromechanical contactors and motor-starters".

This standard also applies to contactors which are components of an appliance, unless otherwise stated in the standard covering the relevant appliance.

ELECTROMECHANICAL CONTACTORS FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR PURPOSES

1 Scope

This International Standard applies to electromechanical air break contactors for household and similar purposes provided with main contacts intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 440 V a.c. (between phases) with rated operational currents less than or equal to 63 A for utilization category AC-7a and 32 A for utilization categories AC-7b and AC-7c, and rated conditional short-circuit current less than or equal to 6 kA.

The contactors dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 9.3.4) shall form part of the installation.

This standard does not apply to

- contactors complying with IEC 60947-4-1;
- semiconductor contactors;
- contactors designed for special applications;
- auxiliary contacts of contactors. These are dealt with in IEC 60947-5-1.

This standard states

- 1) the characteristics of contactors.
- 2) the conditions with which contactors shall comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour;
 - b) their dielectric properties;
 - c) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable;
 - d) their construction;
 - e) their electromagnetic compatibility characteristics.
- 3) the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests.
- 4) the test sequences and the number of samples.
- 5) the information to be given with contactors or in the manufacturer's literature.

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 60028:1925, *International standard of resistance for copper*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
Amendment 1 (1998)

IEC 60050-826:2004, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 826: Electrical installations*

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

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

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

IEC 60099-1:1991, *Surge arresters – Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems*
Amendment 1 (1999)

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

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60417-DB: 2007¹, *Graphical symbols for use on equipment*

IEC 60445:2006, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and conductor terminations*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*
Amendment 1 (1999)

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-10:2000, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2000, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products*

IEC 60695-11-10:1999, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*
Amendment 1 (2003)

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

¹ “DB” refers to the IEC on-line database.

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 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
Amendment 1 (2004)

IEC 61180 (all parts), *High-voltage test techniques for low-voltage equipment*

ISO 7000:2004, *Graphical symbols for use on equipment – Index and synopsis*

ISO 2039-2:1987, *Plastics – Determination of hardness – Part 2: Rockwell hardness*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following terms and definitions apply.

3.1 General terms

3.1.1

over-current

current exceeding the rated current

[IEV 441-11-06]

3.1.2

short-circuit

accidental or intentional conductive path between two or more conductive parts forcing the electric potential differences between these conductive parts to be equal to or close to zero

[IEV 151-12-04]

3.1.3

short-circuit current

over-current resulting from a short circuit due to a fault or an incorrect connection in an electric circuit

[IEV 441-11-07]

3.1.4

overload

operating conditions in an electrically undamaged circuit which cause an over-current

[IEV 441-11-08]

3.1.5

overload current

over-current occurring in an electrically undamaged circuit

3.1.6

ambient air temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the complete switching device or fuse

NOTE For switching devices or fuses installed inside an enclosure, it is the temperature of the air outside the enclosure.

[IEV 441-11-13]

3.1.7

conductive part

part which is capable of conducting current although it may not necessarily be used for carrying service current

[IEV 441-11-09]

3.1.8

exposed conductive part

conductive part which can readily be touched and which is not normally alive, but which may become alive under fault conditions

NOTE Typical exposed conductive parts are walls of enclosures, operating handles, etc.

[IEV 441-11-10]

3.1.9

electric shock

physiological effect resulting from an electric current through a human or animal body

[IEV 826-12-01]

3.1.10

live part

conductor or conductive part intended to be energized in normal operation, including a neutral conductor, but by convention not a PEN conductor or PEM conductor or PEL conductor

NOTE This concept does not necessarily imply a risk of electric shock.

[IEV 826-12-08]

3.1.11

protective conductor (identification: PE)

conductor provided for purposes of safety, for example protection against electric shock

NOTE In an electrical installation, the conductor identified PE is normally also considered as protective earthing conductor.

[IEV 826-13-22]

3.1.12

neutral conductor

conductor electrically connected to the neutral point and capable of contributing to the distribution of electric energy

[IEV 826-14-07]

3.1.13

PEN conductor

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a neutral conductor

[IEV 826-13-25]

3.1.14

PEM conductor

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a mid-point conductor

[IEV 826-13-26]

3.1.15

PEL conductor

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a line conductor

[IEV 826-13-27]

3.1.16

enclosure

part providing a specified degree of protection of equipment against certain external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and moving parts

[IEV 441-13-01, modified]

NOTE This definition is similar to IEV 441-13-01, which applies to assemblies.

3.1.17

integral enclosure

enclosure which forms an integral part of the equipment

3.1.18

utilization category (for a switching device or a fuse)

combination of specified requirements related to the condition in which the switching device or the fuse fulfils its purpose, selected to represent a characteristic group of practical applications

NOTE The specified requirements may concern e.g. the values of making capacities (if applicable), breaking capacities and other characteristics, the associated circuits and the relevant conditions of use and behaviour.

[IEV 441-17-19]

3.2 Switching devices

3.2.1

switching device

device designed to make or break the current in one or more electric circuits

[IEV 441-14-01]

NOTE A switching device may perform one or both of these operations.

3.2.2

mechanical switching device

switching device designed to close and open one or more electric circuits by means of separable contacts

NOTE Any mechanical switching device may be designated according to the medium in which its contacts open and close, e.g. air, SF₆, oil.

[IEV 441-14-02]

3.2.3

semiconductor switching device

switching device designed to make and/or break the current in an electric circuit by means of the controlled conductivity of a semiconductor

NOTE This definition differs from IEV 441-14-03 since a semiconductor switching device is also designed for breaking the current.

[IEV 441-14-03, modified]

3.2.4

fuse

device that, by the fusing of one or more of its specifically designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when this exceeds a given value for a sufficient time. The fuse comprises all the parts that form the complete device

[IEV 441-18-01]

3.2.5

circuit-breaker

mechanical switching device, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions and also making, carrying for a specified time and breaking currents under specified abnormal circuit conditions such as those of short circuit

[IEV 441-14-20]

3.2.6

(mechanical) contactor

mechanical switching device having only one position of rest, operated otherwise than by hand, capable of making, carrying and breaking currents under normal circuit conditions including operating overload conditions

[IEV 441-14-33]

NOTE 1 The term "operated otherwise than by hand" means that the device is intended to be controlled and kept in working position from one or more external supplies.

NOTE 2 In French, a contactor the main contacts of which are closed in the position of rest is usually called "rupteur". The word "rupteur" has no equivalent in the English language.

NOTE 3 A contactor is usually intended to operate frequently.

3.2.7

electromagnetic contactor

contactor, in which the force for closing the normally open main contacts or opening the normally closed main contacts is provided by an electromagnet

3.2.8

latched contactor

contactor, the moving elements of which are prevented by means of a latching arrangement from returning to the position of rest when the operating means are de-energized

NOTE 1 The latching, and the release of the latching, may be mechanical, electromagnetic, pneumatic, etc.

NOTE 2 Because of the latching, the latched contactor actually acquires a second position of rest and, according to 3.2.6 is not, strictly speaking, a contactor. However, since the latched contactor in both its utilization and its design is more closely related to contactors in general than to any other classification of switching device, it is considered proper to require that it complies with the specifications for contactors wherever they are appropriate.

[IEV 441-14-34]

3.2.9

semiconductor contactor solid state contactor

device which performs the function of a contactor by utilizing a semiconductor switching device

NOTE A semiconductor contactor may also contain mechanical switching devices.

3.2.10

pilot switch

non-manual control switch actuated in response to specified conditions of an actuating quantity

NOTE The actuating quantity may be pressure, temperature, velocity, liquid level, elapsed time, etc.

[IEV 441-14-48]

3.2.11

push-button

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

[IEV 441-14-53]

3.2.12

short-circuit protective device SCPD

device intended to protect a circuit or parts of a circuit against short-circuit currents by interrupting them

3.2.13

surge arrester

device designed to protect the electrical apparatus from high transient over-voltages and to limit the duration and frequently the amplitude of the follow-on current

[IEV 604-03-51]

3.3 Parts of switching devices

3.3.1

pole (of a switching device)

portion of a switching device associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit and excluding those portions which provide a means for mounting and operating all poles together

NOTE A switching device is called single-pole if it has only one pole. If it has more than one pole, it may be called multipole (two-pole, three-pole, etc.) provided the poles are or can be coupled in such a manner as to operate together.

[IEV 441-15-01]

3.3.2

main circuit (of a switching device)

all the conductive parts of a switching device included in the circuit which it is designed to close or open

[IEV 441-15-02]

3.3.3

control circuit (of a switching device)

all the conductive parts (other than the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or opening operation, or both, of the device

[IEV 441-15-03]

**3.3.4
auxiliary circuit (of a switching device)**

all the conductive parts of a switching device which are intended to be included in a circuit other than the main circuit and the control circuits of the device

NOTE Some auxiliary circuits fulfil supplementary functions such as signalling, interlocking, etc., and, as such, they may be part of the control circuit of another switching device.

[IEV 441-15-04]

**3.3.5
contact (of a mechanical switching device)**

conductive parts designed to establish circuit continuity when they touch and which, due to their relative motion during an operation, open or close a circuit or, in the case of hinged or sliding contacts, maintain circuit continuity

[IEV 441-15-05]

**3.3.6
contact (piece)**

one of the conductive parts forming a contact

[IEV 441-15-06]

**3.3.7
main contact**

contact included in the main circuit of a mechanical switching device, intended to carry, in the closed position, the current of the main circuit

[IEV 441-15-07]

**3.3.8
control contact**

contact included in a control circuit of a mechanical switching device and mechanically operated by this device

[IEV 441-15-09]

**3.3.9
auxiliary contact**

contact included in an auxiliary circuit and mechanically operated by the switching device

[IEV 441-15-10]

**3.3.10
auxiliary switch (of a mechanical switching device)**

switch containing one or more control and/or auxiliary contacts mechanically operated by a switching device

[IEV 441-15-11]

**3.3.11
"a" contact
make contact**

control or auxiliary contact which is closed when the main contacts of the mechanical switching device are closed and open when they are open

[IEV 441-15-12]

3.3.12**"b" contact
break contact**

control or auxiliary contact which is open when the main contacts of the mechanical switching device are closed and closed when they are open

[IEV 441-15-13]

3.3.13**release (of a mechanical switching device)**

device, mechanically connected to a mechanical switching device, which releases the holding means and permits the opening or the closing of the switching device

[IEV 441-15-17]

NOTE A release can have instantaneous, time-delay, etc. operation.

3.3.14**actuating system (of a mechanical switching device)**

whole of the operating means of a mechanical switching device which transmits the actuating force to the contact pieces

NOTE The operating means of an actuating system may be mechanical, electromagnetic, hydraulic, pneumatic, thermal, etc.

3.3.15**actuator**

part of the actuating system to which an external actuating force is applied

NOTE The actuator may take the form of a handle, knob, push-button, roller, plunger, etc.

[IEV 441-15-22]

3.3.16**position indicating device**

part of a mechanical switching device which indicates whether it is in the open, closed, or, where appropriate, earthed position

[IEV 441-15-25]

3.3.17**terminal**

conductive part of a device provided for electrical connection to external circuits

3.3.18**screw-type terminal**

terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind

3.3.19**screwless-type terminal**

terminal intended for the connection and disconnection of conductors or for the interconnection of two or more conductors, the connection being made, directly or indirectly, by means of springs, wedges, eccentrics or cones, etc.

3.3.20**thread-forming tapping screw**

tapping screw having an uninterrupted thread. It is not a function of this thread to remove material from the hole

NOTE An example of a thread-forming tapping screw is shown in Figure 1.

**3.3.21
thread-cutting tapping screw**

tapping screw having an interrupted thread. The thread is intended to remove material from the hole

NOTE An example of a thread-cutting tapping screw is shown in Figure 2.

**3.3.22
clamping unit**

part of a terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s)

**3.3.23
unprepared conductor**

conductor which has been cut and the insulation of which has been removed for insertion into a terminal

NOTE A conductor, the shape of which is arranged for introduction into a terminal or the strands of which are twisted to consolidate the end is considered to be an unprepared conductor.

**3.3.24
prepared conductor**

conductor, the strands of which are soldered or the end of which is fitted with a cable lug, eyelet, etc.

3.4 Operation of switching devices

**3.4.1
operation (of a mechanical switching device)**

transfer of the moving contact(s) from one position to an adjacent position

NOTE 1 For a circuit-breaker, this may be a closing operation or an opening operation.

NOTE 2 If distinction is necessary, an operation in the electrical sense, e.g. make or break, is referred to as a switching operation, and an operation in the mechanical sense, e.g. close or open, is referred to as a mechanical operation.

[IEV 441-16-01]

**3.4.2
operating cycle (of a mechanical switching device)**

succession of operations from one position to another and back to the first position through all other positions, if any

[IEV 441-16-02]

**3.4.3
operating setquence (of a mechanical switching device)**

succession of specified operations with specified time intervals

[IEV 441-16-03]

**3.4.4
automatic control**

control of an operation without human intervention, in response to the occurrence of predetermined conditions

[IEV 441-16-05]

3.4.5**closing operation (of a mechanical switching device)**

operation by which the device is brought from the open position to the closed position

[IEV 441-16-08]

3.4.6**opening operation (of a mechanical switching device)**

operation by which the device is brought from the closed position to the open position

[IEV 441-16-09]

3.4.7**closed position (of a mechanical switching device)**

position in which the predetermined continuity of the main circuit of the device is secured

[IEV 441-16-22]

3.4.8**open position (of a mechanical switching device)**

position in which the predetermined dielectric withstand voltage requirements are satisfied between open contacts in the main circuit of the device

NOTE This definition differs from IEV 441-16-23 to meet the requirements of dielectric properties.

[IEV 441-16-23, modified]

3.4.9**position of rest (of a contactor)**

position which the moving elements of the contactor take up when its electromagnet or its compressed-air device is not energized

[IEV 441-16-24]

3.4.10**inching
jogging**

energizing a motor or solenoid repeatedly for short periods to obtain small movements of the driven mechanism

3.4.11**plugging**

stopping or reversing a motor rapidly by reversing the motor primary connections while the motor is running

3.5 Characteristic quantities**3.5.1****nominal value**

value of a quantity used to designate and identify a component, device, equipment, or system

NOTE The nominal value is generally a rounded value.

[IEV 151-16-09]

3.5.2**limiting value**

in a specification of a component, device, equipment, or system, the greatest or smallest admissible value of a quantity

[IEV 151-16-10]

**3.5.3
rated value**

value of a quantity used for specification purposes, established for a specified set of operating conditions of a component, device, equipment, or system

[IEV 151-16-08]

**3.5.4
rating**

set of rated values and operating conditions

[IEV 151-16-11]

**3.5.5
prospective current (of a circuit and with respect to a switching device or a fuse)**

current that would flow in the circuit if each pole of the switching device or the fuse were replaced by a conductor of negligible impedance

NOTE The method to be used to evaluate and to express the prospective current is to be specified in the relevant publications.

[IEV 441-17-01]

**3.5.6
prospective peak current**

peak value of a prospective current during the transient period following initiation

NOTE The definition assumes that the current is made by an ideal switching device, i.e. with instantaneous transition from infinite to zero impedance. For circuits where the current can follow several different paths, e.g. polyphase circuits, it further assumes that the current is made simultaneously in all poles, even if only the current in one pole is considered.

[IEV 441-17-02]

**3.5.7
maximum prospective peak current (of an a.c. circuit)**

prospective peak current when initiation of the current takes place at the instant which leads to the highest possible value

NOTE For a multipole device in a polyphase circuit, the maximum prospective peak current refers to a single pole only.

[IEV 441-17-04]

**3.5.8
breaking current (of a switching device or a fuse)**

current in a pole of a switching device or in a fuse at the instant of initiation of the arc during a breaking process

[IEV 441-17-07]

NOTE For a.c. the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.

**3.5.9
breaking capacity (of a switching device or a fuse)**

value of prospective current that a switching device or a fuse is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-08]

NOTE 1 The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.

NOTE 2 For a.c. the current is expressed as the symmetrical r.m.s. value of the a.c. component.

NOTE 3 For short-circuit breaking capacity, see 3.5.11.

3.5.10 making capacity (of a switching device)

value of prospective making current that a switching device is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEV 441-17-09]

NOTE 1 The voltage to be stated and the conditions to be prescribed are dealt with in the relevant product standard.

NOTE 2 For short-circuit making capacity, see 3.5.12.

3.5.11 short-circuit breaking capacity

breaking capacity for which the prescribed conditions include a short-circuit at the terminals of the switching device

[IEV 441-17-11]

3.5.12 short-circuit making capacity

making capacity for which prescribed conditions include a short circuit at the terminals of the switching device

[IEV 441-17-10]

3.5.13 joule integral (I^2t)

integral of the square of the current over a given time interval

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

[IEV 441-18-23]

3.5.14 cut-off current let-through current

maximum instantaneous value of current attained during the breaking operation of a switching device or a fuse

NOTE This concept is of particular importance when the switching device or the fuse operates in such a manner that the prospective peak current of the circuit is not reached.

[IEV 441-17-12]

3.5.15 applied voltage (for a switching device)

voltage which exists across the terminals of a pole of a switching device just before the making of the current

[IEV 441-17-24]

NOTE This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

3.5.16

recovery voltage

voltage which appears across the terminals of a pole of a switching device or a fuse after the breaking of the current

[IEV 441-17-25]

NOTE 1 This voltage may be considered in two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which the power frequency voltage or the steady-state recovery voltage alone exists.

NOTE 2 This definition applies to a single-pole device. For a multipole device it is the phase-to-phase voltage across the supply terminals of the device.

3.5.17

transient recovery voltage (TRV)

recovery voltage during the time in which it has a significant transient character

[IEV 441-17-26]

NOTE The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit, the switching device or the fuse. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

3.5.18

power-frequency recovery voltage

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[IEV 441-17-27]

3.5.19

d.c. steady-state recovery voltage

recovery voltage in a d.c. circuit after the transient voltage phenomena have subsided, expressed by the mean value where ripple is present

[IEV 441-17-28]

3.5.20

clearance

distance between two conductive parts along a string stretched the shortest way between these conductive parts

[IEV 441-17-31]

3.5.21

creepage distance

shortest distance along the surface of an insulating material between two conductive parts

NOTE A joint between two pieces of insulating material is considered part of the surface.

3.5.22

working voltage

highest r.m.s. value of the a.c. voltage or the highest value of the d.c. voltage which may occur (locally) across any insulation at rated supply voltage, transients being disregarded, in open circuit conditions or under normal operating conditions

3.5.23

impulse withstand voltage

highest peak value of an impulse voltage, of prescribed form and polarity, which does not cause breakdown under specified conditions of test

3.5.24**power-frequency withstand voltage**

r.m.s. value of a power-frequency sinusoidal voltage which does not cause breakdown under specified conditions of test

3.5.25**pollution**

any addition of foreign matter, solid, liquid or gaseous (ionized gases) that may affect dielectric strength or surface resistivity

3.5.26**pollution degree (of environmental conditions)**

conventional number based on the amount of conductive or hygroscopic dust, ionized gas or salt and on the relative humidity and its frequency of occurrence, resulting in hygroscopic absorption or condensation of moisture leading to reduction in dielectric strength and/or surface resistivity

NOTE 1 The pollution degree of the micro-environment to which equipment is exposed may be different from that of the macro-environment where the equipment is located because of protection offered by means such as an enclosure or internal heating to prevent absorption or condensation of moisture.

NOTE 2 For the purposes of this standard, the pollution degree is that of the micro-environment.

3.5.27**micro-environment (of a clearance or creepage distance)**

ambient conditions which surround the clearance or creepage distance under consideration

NOTE The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the equipment determines the effect on the insulation. The micro-environment may be better or worse than the environment of the equipment. It includes all factors influencing the insulation such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

3.5.28**over-voltage category (of a circuit or within an electrical system)**

conventional number based on limiting (or controlling) the values of prospective transient over-voltages occurring in a circuit (or within an electrical system having different nominal voltages) and depending on the means employed to influence the over-voltages

NOTE In an electrical system, the transition from one over-voltage category to one of a lower category is obtained through appropriate means complying with interface requirements, such as an over-voltage protective device or a series-shunt impedance arrangement capable of dissipating, absorbing, or diverting the energy in the associated surge current, to lower the transient over-voltage value to that of the desired lower over-voltage category.

3.5.29**co-ordination of insulation**

correlation of insulating characteristics of electrical equipment with the expected over-voltages and the characteristics of over-voltage protective devices on the one hand, and with the expected micro-environment and the pollution protective means on the other hand

3.5.30**homogeneous field****uniform field**

electric field which has an essentially constant voltage gradient between electrodes, such as that between two spheres where the radius of each sphere is greater than the distance between them

3.5.31**inhomogeneous field****non-uniform field**

electric field which does not have an essentially constant voltage gradient between electrodes

**3.5.32
tracking**

progressive formation of conducting paths which are produced on the surface of a solid insulating material, due to the combined effects of electric stress and electrolytic contamination on that surface

**3.5.33
comparative tracking index
CTI**

numerical value of the maximum voltage in volts at which a material withstands 50 drops of a test solution without tracking

NOTE 1 The value of each test voltage and the CTI should be divisible by 25.

NOTE 2 This definition is based on 3.5 of IEC 60112:2003.

4 Classification

Subclause 5.2 gives all data which may be used as criteria for classification.

5 Characteristics of contactors**5.1 Summary of characteristics**

The characteristics shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- type of contactor (see 5.2);
- rated and limiting values for main circuits (see 5.3);
- utilization category (see 5.4);
- control circuits (see 5.5);
- auxiliary circuits (see 5.6);
- co-ordination with short-circuit protective devices (see 5.7).

5.2 Type of contactor

The following shall be stated (see also Clause 6):

5.2.1 Number of poles**5.2.2 Method of control**

- automatic (by pilot switch or sequence control);
- non-automatic (e.g. by hand operation or by push-buttons);
- semi-automatic (i.e. partly automatic, partly non-automatic).

5.3 Rated and limiting values for main circuits**5.3.1 General**

The rated values established for a contactor shall be stated in accordance with 5.3.2 to 5.4 and 5.7, but it may not be necessary to establish all the listed values.

5.3.2 Rated voltages

A contactor is defined by the following rated voltages.

5.3.2.1 Rated operational voltage (U_e)

A rated operational voltage of a contactor is a value which, combined with a rated operational current, determines the application of the contactor and to which the relevant tests and the utilization categories are referred.

For a single-pole contactor, the rated operational voltage is generally stated as the voltage across the pole.

For a multipole contactor, it is generally stated as the voltage between phases.

NOTE 1 A contactor may be assigned a number of combinations of rated operational voltages and rated operational currents or powers for different duties and utilization categories.

NOTE 2 A contactor may be assigned a number of rated operational voltages and associated making and breaking capacities for different duties and utilization categories.

NOTE 3 Attention is drawn to the fact that the operational voltage may differ from the working voltage (see 3.5.22) within a contactor.

5.3.2.2 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage of a contactor is the value of voltage to which dielectric tests voltage and creepage distances are referred.

In no case shall the maximum value of the rated operational voltage exceed that of the rated insulation voltage.

NOTE For contactors without a specified rated insulation voltage, the highest value of the rated operational voltage is considered to be the rated insulation voltage.

5.3.2.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

The peak value of an impulse voltage of prescribed form and polarity which the contactor is capable of withstanding without failure under specified conditions of test and to which the values of the clearances are referred.

The rated impulse withstand voltage of a contactor shall be equal to or higher than the values stated for the transient over-voltages occurring in the circuit in which the contactor is fitted.

NOTE Preferred values of rated impulse withstand voltage are given in Table 16.

5.3.3 Currents or powers

A contactor is defined by the following currents.

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

The conventional free air thermal current is the maximum value of test current to be used for temperature-rise tests of an unenclosed contactor in free air (see 9.3.3.3).

The value of the conventional free air thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see 5.3.3.3) of the unenclosed contactor in eight-hour duty (see 5.3.5.1).

Free air is understood to be air in normal indoor conditions, reasonably free from draughts and external radiation.

NOTE 1 This current is not a rating and is not mandatorily marked on the contactor.

NOTE 2 An unenclosed contactor is a contactor supplied by the manufacturer without an enclosure or a contactor supplied by the manufacturer with an integral enclosure which is not normally intended to be the sole contactor protective enclosure.

5.3.3.2 Conventional enclosed thermal current (I_{the})

The conventional enclosed thermal current is the value of current stated by the manufacturer to be used for the temperature-rise tests of the contactor when mounted in a specified enclosure. Such tests shall be in accordance with 9.3.3.3 and are mandatory if the contactor is described as an enclosed contactor in the manufacturer's catalogues and normally intended for use with one or more enclosures of specified type and size (see Note 2).

The value of the conventional enclosed thermal current shall be at least equal to the maximum value of the rated operational current (see 5.3.3.3) of the enclosed contactor in eight-hour duty (see 5.3.5.1).

If the contactor is normally intended for use in unspecified enclosures, the test is not mandatory if the test for conventional free air thermal current (I_{th}) has been made. In this case, the manufacturer shall be prepared to give guidance on the value of the enclosed thermal current or the derating factor.

NOTE 1 This current is not a rating and is not mandatorily marked on the contactor.

NOTE 2 An enclosed contactor is a contactor normally intended for use with a specified type and size of enclosure or intended for use with more than one type of enclosure.

5.3.3.3 Rated operational currents (I_e) or rated operational powers

A rated operational current of a contactor is stated by the manufacturer and takes into account the rated operational voltage (see 5.3.2.1), the conventional free air or enclosed thermal current, the rated frequency (see 5.3.4), the rated duty (see 5.3.5), the utilization category (see 5.4) and the type of protective enclosure, if any.

In the case of a contactor for the direct switching of individual motors, the indication of a rated operational current may be replaced or supplemented by an indication of the maximum rated power output, at the rated operational voltage considered, of the motor for which the contactor is intended. The manufacturer shall be prepared to state the relationship assumed between the operational current and the operational power.

5.3.4 Rated frequency

The supply frequency for which a contactor is designed and to which the other characteristic values correspond.

NOTE The same contactor may be assigned a number or a range of rated frequencies.

5.3.5 Rated duties

The rated duties considered as normal are the following.

5.3.5.1 Eight-hour duty (continuous duty)

A duty in which the main contacts of a contactor remain closed while carrying a steady current long enough for the contactor to reach thermal equilibrium but not for more than eight hours without interruption.

NOTE 1 This is the basic duty on which the conventional thermal currents I_{th} and I_{the} of the contactor are determined.

NOTE 2 Interruption means breaking the current by operating the contactor.

5.3.5.2 Intermittent periodic duty or intermittent duty

A duty with on-load periods, during which the main contacts of a contactor remain closed, having a definite relation to off-load periods, both periods being too short to allow the contactor to reach thermal equilibrium.

Intermittent duty is characterized by the value of the current, the duration of the current flow and by the on-load factor which is the ratio of the in-service period to the entire period, often expressed as a percentage.

According to the number of operating cycles which they are capable of carrying out per hour, contactors are divided into the following preferred classes:

- class 1: 1 operating cycle per hour;
- class 3: 3 operating cycles per hour;
- class 12: 12 operating cycles per hour;
- class 30: 30 operating cycles per hour;
- class 120: 120 operating cycles per hour;
- class 300: 300 operating cycles per hour;
- class 1 200: 1 200 operating cycles per hour.

A contactor intended for intermittent duty may be designated by the characteristics of intermittent duty.

EXAMPLE An intermittent duty comprising a current flow of 32 A for 2 min within every 5 min may be stated as: 32 A, class 12, 40 %.

5.3.5.3 Temporary duty

Duty in which the main contacts of a contactor remain closed for periods insufficient to allow the contactor to reach thermal equilibrium, the on-load periods being separated by off-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium.

5.3.5.4 Periodic duty

A type of duty in which operation, whether at constant or variable load, is regularly repeated.

5.3.6 Normal load and overload characteristics

This subclause gives general requirements concerning ratings under normal load and overload conditions.

Detailed requirements are given in 8.2.4.

5.3.6.1 Ability to withstand motor switching overload currents

A contactor intended for switching motors shall be capable of withstanding the thermal stresses due to starting and accelerating a motor to normal speed and due to operating overloads.

Requirements to meet these conditions are given in 8.2.4.4.

5.3.6.2 Rated making capacity

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.2. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.6.3 Rated breaking capacity

Requirements for the various utilization categories (see 5.4) are given in 8.2.4.2. The rated making and breaking capacities are only valid when the contactor is operated in accordance with the requirements of 8.2.1.1 and 8.2.1.2.

5.3.6.4 Conventional operational performance

Specified as a series of making and breaking operations in 8.2.4.3.

5.3.7 Rated conditional short-circuit current

The rated conditional short-circuit current of a contactor is the value of prospective current stated by the manufacturer, that the contactor, protected by a short-circuit protective device specified by the manufacturer, can withstand satisfactorily for the operating time of this device under the test conditions specified in 9.3.4.

The details of the specified short-circuit protective device shall be stated by the manufacturer.

NOTE The rated conditional short-circuit current is expressed by the r.m.s. value of the a.c. component.

5.4 Utilization category

5.4.1 General

The utilization category of a contactor defines the intended application and is characterized by one or more of the following service conditions:

- current(s), expressed as multiple(s) of the rated operational current;
- voltage(s), expressed as multiple(s) of the rated operational voltage;
- power-factor.

The standard utilization categories are given in Table 1.

Each utilization category is characterized by the values of the currents, voltages, power-factors and other data of Table 7 and Table 9 and by the test conditions specified in this standard.

It is therefore unnecessary to specify separately the rated making and breaking capacities as these values depend directly on the utilization category as shown in Table 7.

Unless otherwise stated, contactors of utilization category AC-7b are designed on the basis of the starting characteristics of the motors compatible with the making capacities of Table 7. When the starting current of a motor, with stalled rotor, exceeds these values, the operational current should be decreased accordingly.

5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests

A contactor which has been tested for one utilization category or at any combination of parameters (such as highest operational voltage and current, etc.) can be assigned another utilization category without testing provided that the test currents, voltages, power-factors, number of operating cycles, ON and OFF times given in Table 7 and Table 9 and the test circuit for the assigned utilization category are not more severe than those at which the contactor has been tested and the temperature-rise has been verified at a current not less than the highest assigned rated operational current in continuous duty.

Table 1 – Utilization categories

Utilization categories ^a	Typical applications
AC-7a	Slightly inductive loads
AC-7b	Motor loads ^b
AC-7c	Switching of compensated electric discharge lamp control ^c
<p>^a Contactors may have other utilization categories, in which case they shall comply with the requirements of IEC 60947-4-1 for such categories.</p> <p>^b The AC-7b category may be used for occasional inching (jogging) or plugging for limited time periods; during such limited time periods the number of operations should not exceed 5/min or more than 10 in a 10-minute period.</p> <p>^c This category is similar to a capacitive switching category AC-6b as defined in IEC 60947-4-1 for the switching of capacitor banks, the characteristic being very dependant on the capacitance value of the lamp circuit.</p>	

5.5 Control circuits

The characteristics of control circuits are:

- kind of current;
- rated frequency;
- rated control circuit voltage U_c (nature and frequency);
- rated control supply voltage U_s (nature and frequency), where applicable;
- suitability to be connected to SELV circuits.

NOTE A distinction has been made above between the control circuit voltage, which would appear across the "a" contacts (see 3.3.11) in the control circuit, and the control supply voltage, which is the voltage applied to the input terminals of the control circuit of the contactor and which may be different from the control circuit voltage owing to the presence of built-in transformers, rectifiers, resistors, etc.

The rated control circuit voltage and rated frequency, if any, are the values on which the operating and temperature-rise characteristics of the control circuit are based.

5.6 Auxiliary circuits

The characteristics of auxiliary circuits are the number and kind of contacts ("a" contact, "b" contact, etc.) in each of these circuits and their ratings according to IEC 60947-5-1.

The characteristics of auxiliary contacts and switches shall comply with the requirements of that standard.

5.7 Co-ordination with short-circuit protective devices

Contactors are characterized by the type, ratings and characteristics of the short-circuit protective devices (SCPD) to be used to provide adequate protection of the contactor against short-circuit currents. Requirements are given in 8.2.5.

6 Product information

6.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer.

6.1.1 Identification

- a) the manufacturer's name or trade mark;
- b) type designation or serial number;

c) number of this standard, if the manufacturer claims compliance.

6.1.2 Characteristics, basic rated values and utilization

- d) rated operational voltages (see 5.3.2.1);
- e) utilization category and rated operational currents (or rated powers), at the rated operational voltage (see 5.3.3.3 and 5.4);
- f) value of the rated frequency/frequencies, e.g.: 50 Hz or 50 Hz/60 Hz;
- g) rated duty with indication of the class of intermittent duty, if any (see 5.3.5).

Associated values:

h) rated making and breaking capacities. These indications may be replaced, where applicable, by the indication of the utilization category (see Table 7);

Safety and installation:

- i) rated insulation voltage (see 5.3.2.2);
- j) rated impulse withstand voltage (see 5.3.2.3), the marking of U_{imp} is not required if equal to 4 kV;
- k) IP code, in case of an enclosed contactor (see 8.1.11);
- l) pollution degree (see 7.1.3.2);
- m) rated conditional short-circuit current (see 5.3.7) and the type, current rating and characteristics of the associated SCPD;
- n) vacant.

Control circuits (see 5.5):

The following information concerning control circuits shall be placed either on the coil or on the contactor:

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

For contactors, the control circuit of which is intended to be connected to a SELV supply:

- q) suitability of the control circuit to be connected to a SELV supply, the main circuit being supplied with a voltage having a value greater than that of the SELV circuit.

Auxiliary circuits:

- r) ratings of auxiliary circuits (see 5.6).

6.2 Marking

Markings shall be indelible and easily legible.

Marking of the manufacturer's name or trade mark and type designation or serial number is mandatory on the contactor, preferably on the nameplate if any, to enable complete data to be obtained from the manufacturer.

NOTE 1 In the USA and Canada, the rated operational voltage U_e may be marked as follows:

- a) on equipment for use on three-phase – four-wire systems, by both the value of phase-to-earth voltage and that of phase-to-phase voltage, e.g. 277/480 V;
- b) on equipment for use on three-phase – three-wire systems, by the value of phase-to-phase voltage, e.g. 480 V.

The following information shall be marked and visible after mounting:

- direction of movement of the actuator (see 8.1.5.3), if applicable;

- indication of the position of the actuator (see also 8.1.6.1 and 8.1.6.2);
- reference to this standard, if the manufacturer claims compliance.

The following information shall be marked and visible after wiring, before installation of covers or lids:

- for miniaturized contactors, symbol, colour code or letter code;
- terminal identification and marking (see 8.1.7.4);
- IP code and class of protection against electric shock, when applicable (marked preferably on the contactor as far as possible).

Markings shall not be placed on screws, removable washers or other removable parts.

Data under k) shall be indicated on the enclosure, if any.

Data under c) shall be indicated on the nameplate.

Data under d) to j) and l) to r) shall be included on the nameplate, or on the contactor, or in the manufacturer's published literature.

Marking of terminals shall be in accordance with Annex A of this standard.

NOTE 2 Additional utilization categories according to IEC 60947-4-1 may also be marked (see footnote a to Table 1 of this standard).

6.3 Instructions for installation, operation and maintenance

The manufacturer shall specify in his documents or catalogues the conditions, if any, for installation, operation and maintenance of the contactor during operation and after a fault.

If necessary, the instructions for the transport, installation and operation of the contactor shall indicate the measures that are of particular importance for the proper and correct installation, commissioning and operation of the contactor.

These documents shall indicate the recommended extent and frequency of maintenance, if any.

7 Normal service, mounting and transport conditions

7.1 Normal service conditions

Contactors complying with this standard shall be capable of operating under the following standard conditions.

7.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed +40 °C and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C.

The lower limit of the ambient air temperature is –5 °C.

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the contactor if supplied without enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

Contactors intended to be used in ambient air temperatures above +40 °C (particularly in tropical countries) or below –5 °C shall either be specially designed or be used according to the information given in the manufacturer's catalogue.

7.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 2 000 m.

For installations at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and the cooling effects of the air.

Contactors intended to be so used shall be designed especially or used according to an agreement between manufacturer and user.

Information in the manufacturer's catalogue may take the place of such an agreement.

7.1.3 Atmospheric conditions

7.1.3.1 Humidity

The relative humidity of the air does not exceed 50 % at a maximum temperature of +40 °C. Higher relative humidities may be permitted at lower temperatures, e.g. 90 % at +20 °C. Special measures may be necessary in cases of occasional condensation due to variation in temperature.

NOTE The pollution degrees given in 7.1.3.2 define the environmental conditions more precisely.

7.1.3.2 Pollution degree

The pollution degree (see 3.5.26) refers to the environmental conditions for which the contactor is intended.

NOTE The micro-environment of the creepage distance or clearance and not the environment of the contactor determines the effect on the insulation. The micro-environment may be better or worse than the environment of the contactor. It includes all the factors influencing the insulation, such as climatic and electromagnetic conditions, generation of pollution, etc.

For contactors intended for use within an enclosure or provided with an integral enclosure, the pollution degree of the environment in the enclosure is applicable.

For the purposes of evaluating clearances and creepage distances, the following four degrees of pollution of the micro-environment are established (the clearances and creepage distances being according to the different pollution degrees given in Table 17 and Table 18).

Pollution degree 1:

No pollution or only dry, non-conductive pollution occurs.

Pollution degree 2:

Normally, only non-conductive pollution occurs. Occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation may be expected.

Pollution degree 3:

Conductive pollution occurs, or dry, non-conductive pollution occurs which becomes conductive due to condensation.

Pollution degree 4:

The pollution generates persistent conductivity caused, for instance, by conductive dust or by rain or snow.

Standard pollution degree of household and similar applications:

Contactors for household and similar applications are generally for use in a pollution degree 2 environment.

7.1.4 Normal electromagnetic environmental conditions

The normal electromagnetic environmental conditions are those which relate to low-voltage public networks such as residential, commercial and light industrial locations/installations.

7.2 Conditions during transport and storage

The conditions during transport and storage, e.g. temperature and humidity, are those defined in 7.1, except that, unless otherwise specified, the following temperature range applies during transport and storage: between -25 °C and $+55\text{ °C}$ and, for short periods not exceeding 24 h, up to $+70\text{ °C}$.

7.3 Mounting

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

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

8.1.1 General

The contactor with its enclosure, if any, whether integral or not, shall be designed and constructed to withstand the stresses occurring during installation and normal use and, in addition, shall provide a specified degree of resistance to abnormal heat and fire.

NOTE An enclosed contactor is a contactor mounted in an enclosure, designed and dimensioned to contain one contactor only.

8.1.2 Materials

8.1.2.1 General

The suitability of materials used is verified by making the following tests on the contactor and/or, if not practicable, on parts taken from it.

- resistance to ageing (see 8.1.2.2)
- resistance to humidity (see 8.1.2.3)
- resistance to heat (see 8.1.2.4)
- resistance to abnormal heat and fire (see 8.1.2.5)
- resistance to rusting (see 8.1.2.6)

As far as resistance to heat, abnormal heat and fire hazard are concerned, priority shall be given to tests made on the contactor or on a suitable part taken from the contactor.

However, in certain cases, tests on materials may be used, for practical reasons, as an alternative to tests on the contactor.

8.1.2.2 Resistance to ageing

Contactors shall be resistant to ageing.

In general, it is only necessary to test contactors having (or supplied with) enclosures or parts of p.v.c. or similar thermoplastic material and parts of rubber such as sealing rings and gaskets.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by a test according to 9.2.2.1.

8.1.2.3 Resistance to humidity

The contactor shall be protected against the effects of humidity which may occur in normal service.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.2.2.

8.1.2.4 Resistance to heat

All parts of enclosed, partially enclosed and unenclosed contactors intended to prevent access to live parts shall not be adversely affected by the highest temperature likely to be reached during normal service.

Compliance shall be verified by the tests specified in 9.2.2.3.1 and 9.2.2.3.2.

8.1.2.5 Resistance to abnormal heat and fire

Parts of insulating material which might be exposed to thermal stresses due to electrical effects, the deterioration of which might impair the safety of the contactor, shall not be adversely affected by abnormal heat or fire.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.2.4.

If a test has to be made at more than one place on the same sample, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests does not affect the test to be made. Small parts with surface dimensions not exceeding 14 mm × 14 mm are not subjected to the test.

8.1.2.6 Resistance to rusting

Ferrous parts of the contactor including enclosures and covers, but excluding pole faces of electromagnets, shall be protected against rusting.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.2.5.

8.1.3 Strength of screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance

Screws or nuts intended to be operated during installation or maintenance, as recommended by the manufacturer, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal service.

Thread-forming tapping screws and thread-cutting tapping screws intended only for mechanical assembly may be used provided they are supplied together with the piece in which they are intended to be inserted.

An example of a thread-forming tapping screw is shown in Figure 1. An example of a thread-cutting tapping screw is shown in Figure 2. In addition, thread-cutting tapping screws intended to be operated by the installer shall be captive with the relevant part of the accessory.

Screws or nuts which transmit contact pressure shall be in engagement with metal threads.

For electrical connections, no contact pressure shall be transmitted through insulating material other than ceramic or other material with characteristics not less suitable and compensated for any possible shrinkage or yielding.

Compliance shall be verified by inspection and by the test of 9.2.3.

8.1.4 Vacant**8.1.5 Actuator****8.1.5.1 General**

The requirements of 8.1.5.2 and 8.1.5.3 apply to contactors provided with a manually operated actuator.

8.1.5.2 Insulation

The actuator of the contactor shall be insulated from the live parts for the rated insulation voltage and, if applicable, the rated impulse withstand voltage.

Moreover:

- if the activator is made of metal, it shall be capable of being satisfactorily connected to a protective conductor unless it is provided with additional reliable insulation;
- if it is made of or covered by insulating material, any internal metal part which might become accessible in the event of insulation failure shall also be insulated from live parts for the rated insulation voltage.

8.1.5.3 Direction of movement

The direction of operation for actuators of devices shall normally conform to IEC 60447. Where devices cannot conform to these requirements, e.g. due to special applications or alternative mounting positions, they shall be clearly marked such that there is no doubt as to the "I" and "O" positions and the direction of the operation.

8.1.5.4 Mounting

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

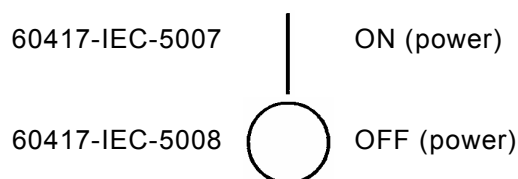
8.1.6 Indication of the OFF and ON positions**8.1.6.1 Indicating means**

When a contactor is provided with means for indicating the closed and open positions, these positions shall be unambiguous and clearly indicated.

NOTE In the case of enclosed contactors, the indication may or may not be visible from the outside.

This is done by means of a position indicating device (see 3.3.16).

If symbols are used, they shall indicate the closed and open positions respectively, in accordance with IEC 60417:



For contactors operated by means of two push-buttons, only the push-button designated for the opening operation shall be red or marked with the symbol "O".

Red colour shall not be used for any other push-button.

The colours of other push-buttons, illuminated push-buttons and indicator lights shall be in accordance with IEC 60073.

8.1.6.2 Indication by the actuator

When the actuator is used to indicate the position of the contacts, it shall automatically take up or stay in, when released, the position corresponding to that of the moving contacts; in this case, the actuator shall have two distinct rest positions corresponding to those of the moving contacts, but for automatic opening, a third distinct position of the actuator may be provided.

8.1.7 Terminals

8.1.7.1 Constructional requirements

All parts of terminals which maintain contact and carry current shall be of metal having adequate mechanical strength.

Terminal connections shall be such that the conductors may be connected by means of screws, springs or other equivalent means so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained.

Terminals shall be so constructed that the conductors can be clamped between suitable surfaces without any significant damage either to conductors or terminals.

Terminals shall not allow the conductors to be displaced, or be displaced themselves in a manner detrimental to the operation of the contactor and the insulation voltage shall not be reduced below the rated values.

The requirements of this subclause shall be verified by the tests of 9.2.5.2, 9.2.5.3 and 9.2.5.4, as applicable.

NOTE North American countries have particular requirements for terminals suitable for aluminium conductors and marking to identify the use of aluminium conductors.

8.1.7.2 Connecting capacity

The manufacturer shall state the type (rigid – solid or stranded – or flexible), the minimum and the maximum cross-sections of conductors for which the terminal is suitable and, if applicable, the number of conductors simultaneously connectable to the terminal. However, the maximum cross-section shall not be smaller than that stated in 9.3.3.3 for the temperature-rise test and the terminal shall be suitable for conductors of the same type (rigid – solid or stranded – or flexible) at least two sizes smaller, as given in the appropriate column of Table 2.

Standard values of cross-sections of round copper conductors (both metric and AWG/MCM sizes) are shown in Table 2 which also gives the approximate relationship between ISO metric and AWG/MCM sizes.

Table 2 – Standard cross-sections of round copper conductors

ISO cross-sections mm ²	AWG/MCM	
	Sizes	Equivalent cross-sections mm ²
0,2	24	0,205
–	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	–	–
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6

NOTE The dash, when it appears, counts as a size when considering connecting capacity.

8.1.7.3 Connection

Terminals for connection to external conductors shall be readily accessible during installation.

Clamping screws and nuts shall not serve to fix any other component although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

8.1.7.4 Terminal identification and marking

Terminals shall be clearly and permanently identified in accordance with IEC 60445.

Terminals intended exclusively for the neutral conductor shall be identified by the letter "N", in accordance with IEC 60445.

The protective earth terminal shall be identified in accordance with 8.1.9.3.

Additional requirements for terminal identification and marking are given in Annex A.

8.1.8 Additional requirements for contactors provided with a neutral pole

When a contactor is provided with a pole intended only for connecting the neutral, this pole shall be clearly identified to that effect by the letter "N" (see 8.1.7.4).

A switched neutral pole shall not break before and shall not make after the other poles.

The value of the conventional thermal current shall be identical for all poles.

8.1.9 Provisions for earthing**8.1.9.1 Constructional requirements**

The exposed conductive parts (e.g. chassis, framework and fixed parts of metal enclosures) other than those which cannot constitute a danger shall be electrically interconnected and connected to a protective earth terminal for connection to an earth electrode or to an external protective conductor.

This requirement can be met by the normal structural parts providing adequate electrical continuity and applies whether the contactor is used on its own or incorporated in an assembly.

Exposed conductive parts are not considered to constitute a danger if they cannot be touched on large areas or grasped with the hand or if they are of small size (approximately 50 mm × 50 mm) or are so located as to exclude any contact with live parts.

Examples of these are screws, rivets, nameplates, transformer cores, electromagnets and certain parts of releases, irrespective of their size.

8.1.9.2 Protective earth terminal

The protective earth terminal shall be readily accessible and so placed that the connection of the contactor to the earth electrode or to the protective conductor is maintained when the cover or any other removable part is removed.

The protective earth terminal shall be suitably protected against corrosion.

In the case of contactors with conductive structures, enclosures, etc., means shall be provided if necessary to ensure electrical continuity between the exposed conductive parts of the contactors and the metal sheathing of connecting conductors.


The protective earth terminal shall have no other function, except when it is intended to be connected to a PEN conductor. In that case, it shall also have the function of a neutral terminal in addition to meeting the requirements applicable to the protective earth terminal.

8.1.9.3 Protective earth terminal marking and identification


The protective earth terminal shall be clearly and permanently identified by its marking.

The identification shall be achieved by colour (green-yellow mark) or by the notation PE, or PEN as applicable, in accordance with Clause 7 of IEC 60445:2006, or, in the case of PEN, by a graphical symbol for use on contactors.

The graphical symbol to be used is symbol:

60417-IEC-5019  Protective earth (ground)

of IEC 60417.

NOTE The symbol  (60417-IEC-5017) previously recommended is progressively superseded by the preferred symbol 60417-IEC-5019 given above.

8.1.10 Enclosures

8.1.10.1 General

The following requirements are applicable only to enclosures supplied or intended to be used with the contactor.

8.1.10.2 Design

The enclosure shall be so designed that when it is opened and other protective means, if any, have been removed, all parts requiring access for installation and maintenance, as prescribed by the manufacturer, are readily accessible.

Sufficient space shall be provided inside the enclosure for the accommodation of external conductors from their point of entry into the enclosure to the terminals to ensure adequate connection.

The fixed parts of a metal enclosure shall be electrically connected to the other exposed conductive parts of the contactor and connected to a terminal which enables them to be earthed or connected to a protective conductor.

Under no circumstances shall a removable metal part of the enclosure be insulated from the part carrying the earth terminal when the removable part is in place.

The removable parts of the enclosure shall be firmly secured to the fixed parts by a device such that they cannot be accidentally loosened or detached owing to the effects of operation of the contactor or its vibrations.

For enclosures having a degree of protection IP1X up to and including IP4X, sufficient space shall be provided for establishing a drain-hole; such a drain-hole shall meet the requirements of IEC 60947-1.

Enclosures shall have adequate mechanical strength (see 8.1.12).

Furthermore, it shall not be possible to remove any cover of the enclosure without the use of a tool.

An integral enclosure is considered to be a non-removable part.

If the enclosure is used for mounting push-buttons, it shall not be possible to remove the buttons from the outside of the enclosure.

8.1.10.3 Insulation

If, in order to prevent accidental contact between a metallic enclosure and live parts, the enclosure is partly or completely lined with insulating material, this lining shall be securely fixed to the enclosure.

Compliance shall be verified by inspection.

8.1.11 Degrees of protection of enclosed contactors

IEC 60529 defines degrees of protection for enclosed equipment and guidance for the application of that standard to contactors is under consideration.

8.1.12 Resistance to impact

The external parts of enclosed, partially enclosed, and parts of unenclosed contactors, shall withstand impacts which might be expected in normal service.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.6.

8.1.13 Durability of markings

The contactor shall be provided with a nameplate marked in a durable manner.

Compliance shall be verified by the test specified in 9.2.7.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

The contactor shall be operated in accordance with the manufacturer's instructions.

The moving contacts of multipole contactors intended to make and break together shall be so mechanically coupled that all poles make and break substantially together (however, for switched neutral pole, see 8.1.8) whether operated manually or automatically.

8.2.1.2 Limits of operation

Contactors shall close satisfactorily at any value between 85 % and 110 % of their rated control supply voltage U_s . Where a range is declared, 85 % shall apply to the lower value and 110 % to the higher.

The limits between which contactors shall drop out and open fully are 75 % to 20 % of their rated control supply voltage U_s . Where a range is declared, 20 % shall apply to the higher value and 75 % to the lower.

Limits for closing are applicable after the coils have reached a stable temperature corresponding to indefinite application of 100 % U_s in an ambient temperature of +40 °C.

Limits for drop-out are applicable with the coil circuit resistance at –5 °C. This can be verified by calculation using values obtained at normal ambient temperature.

The limits apply at declared frequency, if any.

8.2.2 Temperature-rise

8.2.2.1 General

The requirements of 8.2.2, 8.2.2.2, 8.2.2.3 and 8.2.2.4 apply to contactors in clean, new condition.

The temperature-rises of the several parts of the contactor measured during a test carried out under the conditions specified in 9.3.3.3 shall not exceed the limiting values stated in Table 3 and in 8.2.2.2 and 8.2.2.3.

NOTE 1 Temperature-rises in normal service may differ from the test values, depending on the installation conditions and the size of connected conductors.

Table 3 – Temperature-rise limits for insulated coils in air

Classes of insulating materials	Temperature-rise limits (measured by resistance variation) K
	Coils in air
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

NOTE The insulation classification is that given in IEC 60085.

NOTE 2 The temperature-rise limits given in Table 3 and in Table 5 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

8.2.2.2 Terminals

The temperature-rise of terminals shall not exceed the values stated in Table 4.

Table 4 – Temperature-rise limits of terminals

Terminal materials	Temperature-rise limits
	K ^a
Bare copper	60
Bare brass	65
Tin-plated copper or brass	65
Silver- or nickel-plated copper or brass	70 ^a
Other metals	b
<p>^a The terminal temperature-rise limit of 70 K is based on the connection of PVC cables.</p> <p>The use in service of connected conductors significantly smaller than those listed in Table 15 could result in higher terminal and internal part temperatures and such conductors should not be used without the manufacturer's consent since higher temperatures could lead to contactor failure.</p> <p>^b Temperature-rise limits to be based on service experience or life tests but not to exceed 65 K.</p>	

8.2.2.3 Accessible parts

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

Table 5 – Temperature-rise limits of accessible parts

Accessible parts	Temperature-rise limits ^a
	K
Manual operating means:	
Metallic	15
Non-metallic	25
Parts intended to be touched but not hand-held:	
Metallic	30
Non-metallic	40
Parts which need not be touched for normal operation:	
Metallic	40
Non-metallic	50
Parts not intended to be touched during normal operation	
Exteriors of enclosures adjacent to cable entries:	
Metallic	40
Non-metallic	50
<p>^a Different values may be prescribed for different test conditions and for devices of small dimensions but not exceeding by more than 10 K the values of this table.</p>	

8.2.2.4 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Table 4 and Table 5 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in 7.1.1.

8.2.2.5 Main circuit

The main circuit of a contactor shall be capable of carrying without the temperature-rises exceeding the limits specified in 8.2.2.2 when tested in accordance with 9.3.3.3.4:

- for a contactor intended for continuous duty: its conventional thermal current (see 5.3.3.1 and/or 5.3.3.2);
- for a contactor intended for intermittent or temporary duty: the relevant rated operational current (see 5.3.3.3).

8.2.2.6 Control circuits

The control circuits of a contactor shall permit the rated duty according to 5.3.5 and also the temperature-rise tests specified in 9.3.3.3.5 to be made without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 3, Table 4 and Table 5.

8.2.2.7 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.7.1 Eight-hour duty (continuous duty) windings

With the maximum value of current according to 8.2.2.5 flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand under continuous load and at the rated frequency their rated control supply voltage without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 3 and 8.2.2.3.

8.2.2.7.2 Intermittent duty windings

With no current flowing through the main circuit, the windings of the coils shall withstand, at the rated frequency, their rated control supply voltage applied as detailed in Table 6, according to their intermittent duty class, without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 3 and 8.2.2.3.

Table 6 – Intermittent duty test cycle data

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

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

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

8.2.2.8 Auxiliary circuits

Auxiliary circuits of a contactor including auxiliary switches shall be capable of carrying their conventional thermal current without the temperature-rise exceeding the limits specified in Table 4 and Table 5 when tested in accordance with 9.3.3.3.7.

NOTE If an auxiliary circuit forms an integral part of the contactor, it suffices to test it at the same time as the main circuit, but at its actual service current.

8.2.2.9 Other parts

The temperature-rises obtained during the test shall not cause damage to current-carrying parts of adjacent parts of the contactor. In particular, for insulating materials, the manufacturer shall demonstrate compliance either by reference to the insulation temperature index (determined for example by the methods of IEC 60216) or by compliance with IEC 60085.

8.2.3 Dielectric properties

8.2.3.1 General

The dielectric properties are based on basic safety publications IEC 60664-1 and IEC 61140.

- a) The following requirements provide the means of achieving co-ordination of insulation of a contactor with the conditions within the installation.
- b) The contactor shall be capable of withstanding:
 - the rated impulse withstand voltage (see 5.3.2.3 in accordance with the over-voltage category given in Annex F;
 - the power-frequency withstand voltage.

NOTE The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the contactor is given in Annex F.

The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage shall be not less than that corresponding in Annex F to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the contactor is to be used, and the appropriate over-voltage category.

- c) The requirements of this subclause shall be verified by the tests of 9.3.3.4.

8.2.3.2 Impulse withstand voltage

a) Main circuit

- 1) Clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in Table 16 appropriate to the rated impulse withstand voltage.
- 2) Solid insulation of contactor associated with clearances item a) 1) above shall be subjected to the impulse voltage specified in item a) 1).

b) Auxiliary and control circuits

- 1) For auxiliary and control circuits which operate directly from the main circuit at the rated operational voltage, clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in Table 16 appropriate to the impulse withstand voltage of the main circuit. See also 8.2.3.2, item a) 2).
- 2) Auxiliary and control circuits which do not operate directly from the main circuit may have an over-voltage withstand capacity different from that of the main circuit. Clearances and associated solid insulation of such circuits, whether a.c. or d.c., shall withstand the appropriate voltage in accordance with Annex F.

8.2.3.3 Power-frequency withstand voltage of the main, auxiliary and control circuits

a) Power-frequency dielectric tests are used in the following cases:

- dielectric tests as type tests for the verification of solid insulation;
- dielectric withstand verification, as a criterion of failure, after switching or short-circuit type tests;
- routine tests.

b) Type tests of dielectric properties

The tests of dielectric properties, as type tests, shall be made in accordance with 9.3.3.4.

c) Verification of dielectric withstand after switching or short-circuit tests

The verification of dielectric withstand after switching and short-circuit tests as a criterion of failure, is always made at power-frequency voltage in accordance with item d) of 9.3.3.4.1.

d) Verification of dielectric withstand during routine tests

Tests to detect faults in materials and workmanship are made at power-frequency voltage, in accordance with item b) of 9.3.3.4.2.

8.2.3.4 Clearances

Clearances shall be sufficient to enable the equipment to withstand the rated impulse withstand voltage, according to 8.2.3.2.

Clearances shall be higher than the values given in Table 17, for case B (homogeneous field) (see 3.5.30) and verified by a sampling test according to 9.3.3.4.3. This test is not required if the clearances, related to the rated impulse withstand voltage and pollution degree, are higher than the values given in Table 17 for case A (inhomogeneous field).

The method of measuring clearances is given in Annex E.

8.2.3.5 Creepage distances

a) Dimensioning

For pollution degrees 1 and 2, creepage distances shall be not less than the associated clearances selected according to 8.2.3.4. For pollution degree 3, the creepage distances shall be not less than the case A clearances (Table 17) to reduce the risk of disruptive discharge due to over-voltages, even if the clearances are smaller than the values of case A as permitted in 8.2.3.4.

The method of measuring creepage distances is given in Annex E.

Creepage distances shall correspond to a pollution degree as specified in 7.1.3.2 and to the corresponding material group at the rated insulation or working voltage given in Table 18.

Material groups are classified as follows, according to the range of values of the comparative tracking index (CTI) (see 3.5.33):

- Material group I $600 \leq \text{CTI}$
- Material group II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Material group IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Material group IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

NOTE The CTI values refer to the values obtained in accordance with IEC 60112, method A, for the insulating material used.

b) Use of ribs

A creepage distance can be reduced to 0,8 of the relevant value of Table 18 by using ribs of 2 mm minimum height, irrespective of the number of ribs. The minimum base of the rib is determined by mechanical requirements (see E.2).

8.2.3.6 Solid insulation

Solid insulation shall be verified by either power-frequency tests, in accordance with item c) of 9.3.3.4.1, or d.c. tests if a.c. tests cannot be applied.

Dimensioning rules for solid insulation and d.c. test voltages are under consideration.

8.2.3.7 Spacing between separate circuits

For dimensioning clearances, creepage distances and solid insulation between separate circuits, the highest voltage ratings shall be used (rated impulse withstand voltage for clearances and associated solid insulation and rated insulation voltage or working voltage for creepage distances).

8.2.3.8 Requirements for contactor with protective separation

Requirements for contactor with protective separation are given in Annex I.

8.2.4 Normal load and overload performance requirements

8.2.4.1 General

Requirements concerning normal load and overload characteristics according to 5.3.6 are given in 8.2.4.2, 8.2.4.3 and 8.2.4.4 below.

8.2.4.2 Making and breaking capacities

Contactors shall be capable of making and breaking currents without failure under the conditions stated in Table 7 for the required utilization categories and the number of operations indicated as specified in 9.3.3.5.

The values of off-time and on-time given in Table 7 and Table 8 shall not be exceeded.

Table 7 – Making and breaking capacities. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories

Categories	Making and breaking conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\text{Cos } \varphi$	On-time ^a s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	b	50
AC-7b	8,0	1,05	0,45	0,05	b	50
AC-7c ^c	1,5	1,05	0,90	0,05	b	50
<p>I_c is the current made and broken, expressed in r.m.s. symmetrical values, but it is understood that the actual peak value in the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value;</p> <p>I_e is the rated operational current;</p> <p>U_r is the power frequency recovery voltage;</p> <p>U_e is the rated operational voltage;</p> <p>$\text{Cos } \varphi$ is the power factor of the test circuit.</p>						
<p>^a Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.</p> <p>^b See Table 8.</p> <p>^c The test shall be done on a specific test circuit (see 9.3.3.5.2, item d) 2)).</p>						

Table 8 – Relationship between current broken I_c and off-time for the verification of rated making and breaking capacities

Current broken I_c A	Off-time s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30

The values of off-time may be reduced if agreed by the manufacturer.

8.2.4.3 Conventional operational performance

Tests concerning the operational performance of a contactor are intended to verify that the contactor is capable of making, carrying and breaking without failure the currents flowing in its main circuit under conditions corresponding to the specified utilization category, where relevant.

Contactors shall be capable of making and breaking currents without failure under the conventional conditions stated in Table 9 for the required utilization categories and the number of operations indicated as specified in 9.3.3.6.

Table 9 – Conventional operational performance. Making and breaking conditions corresponding to the utilization categories

Categories	Making and breaking conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\text{Cos } \phi$	On-time ^a s	Off-time s	Number of operating cycles
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	b	30 000
AC-7b	d	c	0,45	0,05	b	30 000
AC-7c ^e	1,0	1,05	0,90	0,05	b	30 000

I_c is the current made and broken, expressed in r.m.s. symmetrical values, but it is understood that the actual peak value in the making operation may assume a higher value than the symmetrical peak value;

I_e is the rated operational current;

U_r is the power frequency recovery voltage;

U_e is the rated operational voltage;

$\text{Cos } \phi$ is the power factor of the test circuit.

a Time may be less than 0,05 s provided that contacts are allowed to become properly seated before re-opening.

b These OFF times shall be not greater than the values specified in Table 8.

c $U_r/U_e = 1,0$ for making and $U_r/U_e = 0,17$ for breaking.

d $I_c/I_e = 6,0$ for making and $I_c/I_e = 1,0$ for breaking.

e The test shall be done on a specific test circuit (see 9.3.3.5.2, item d) 2)).

8.2.4.4 Ability to withstand overload currents

Contactors with utilization category AC-7b shall withstand the overload currents given in Table 10 as specified in 9.3.5.

Table 10 – Overload current withstand requirements

Test current	Duration of test
$8 \times I_e \text{ max/AC-7b}$	10 s

8.2.5 Co-ordination with short-circuit protective devices

*Performance under short-circuit conditions
(rated conditional short-circuit current)*

The rated conditional short-circuit current of contactors backed up by short-circuit protective device(s) (SCPDs) shall be verified by short-circuit tests as specified in 9.3.4. These tests shall be made:

- at the appropriate value of prospective current shown in Table 21 (test current I_r) and
- at the rated conditional short-circuit current I_Q , if higher than test current I_r .

The rating of the SCPD shall be adequate for any given rated operational current, rated operational voltage and the corresponding utilization category.

Test conditions are given in 9.3.4.3.

Co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the contactor shall cause no danger to persons or installations. It is permissible that it is not suitable for further use.

NOTE Use of an SCPD not in compliance with the manufacturer's recommendations may invalidate the co-ordination.

8.3 Electromagnetic compatibility

8.3.1 Immunity

The behaviour of electromechanical contactors for household and similar purposes in case of voltage amplitude variations is specified in 8.2.1.2.

They are not sensitive to other electromagnetic disturbances in normal service conditions which occur in the environment described in 7.1.4. Therefore, no immunity tests are required.

8.3.2 Emission

Electromechanical contactors for household and similar purposes do not incorporate electronic circuits, or may incorporate only a simple rectifier circuit or components such as diodes, varistors, resistors or capacitors (for instance in the surge suppressors).

They can only generate electromagnetic disturbances during switching operations. The duration of the disturbances is of the order of milliseconds.

Provisionally, until further study is carried out, the frequency and the level of these emissions are considered as part of the normal electromagnetic environment of electromechanical contactors for household and similar purposes, and no electromagnetic emission tests are necessary.

9 Tests

9.1 Types of test

9.1.1 General

Tests shall be made to prove compliance with the requirements laid down in this standard. If relevant, tests may be carried out in sequences, see test sequences in Annex B.

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance of the contactor's design with this standard. They comprise the verification of:

- a) temperature-rise limits (see 9.3.3.3);
- b) dielectric properties (see 9.3.3.4);
- c) rated making and breaking capacities (see 9.3.3.5);
- d) conventional operational performance (see 9.3.3.6);
- e) operation and operating limits (see 9.3.3.1 and 9.3.3.2);
- f) overload current withstand capability (see 9.3.5);
- g) performance under short-circuit conditions (see 9.3.4);
- h) mechanical properties of terminals (see 9.2.5);
- i) degrees of protection of enclosed contactors (see 9.2.4);
- j) resistance to ageing (see 9.2.2.1);
- k) resistance to humidity (see 9.2.2.2);
- l) resistance to heat (see 9.2.2.3);
- m) resistance to abnormal heat and fire (see 9.2.2.4);
- n) resistance to rusting (see 9.2.2.5);
- o) resistance to tracking (see 9.2.2.6);
- p) screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance (see 9.2.3);
- q) resistance to impact (see 9.2.6);
- r) durability of marking (see 9.2.7).

If relevant, type tests are grouped in test sequences.

Test sequences, number of samples and results to be obtained are indicated in Annex B.

Unless otherwise specified, each test (or test sequence) is performed on a new sample in clean condition.

Unless otherwise specified, the contactors are tested at an ambient air temperature of $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

9.1.3 Routine tests

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship and to ascertain proper functioning of the contactor. They shall be made on each individual contactor under the same or equivalent conditions as those specified for type tests (see 9.3.6.1).

Routine tests for contactors comprise:

- operation and operating limits (see 9.3.6.2);

- dielectric tests (see 9.3.6.3).

9.1.4 Sampling tests for clearance verification

Sampling tests for clearance verification are made according to 9.3.3.4.3. Sampling plans and test procedures are under consideration.

9.2 Compliance with constructional requirements

9.2.1 General

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

- the materials;
- the contactor;
- the degree of protection of enclosed contactors;
- the mechanical properties of terminals;
- the actuator;
- the position indicating device (see 3.3.16).

9.2.2 Materials

9.2.2.1 Test of resistance to ageing

Contactors incorporating separate gaskets, screwed glands, membranes and parts manufactured from rubber, p.v.c. or similar thermoplastic materials are subjected to a test in a heating cabinet with an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air and ventilated by natural circulation, gaskets, glands and membranes being suspended freely.

The temperature in the cabinet is $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The samples shall be kept in the cabinet for seven days (168 h). The use of an electrically heated cabinet is recommended. Natural air circulation may be provided by holes in the walls of the cabinet.

After treatment, the samples shall be removed from the cabinet and kept at room temperature and relative humidity between 45 % and 55 % for at least four days (96 h).

The samples shall show, with normal or corrected vision without further magnification, neither surface crack nor shrinkage impairing their further use, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows:

- with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth the sample shall be pressed with a force of 5 N.

The force of 5 N can be obtained in the following way:

- the sample is placed on one of the pans of a balance and the other pan is loaded with a mass equal to the mass of the sample plus 500 g. Equilibrium is then restored by pressing the sample with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth.

No trace of the cloth shall remain on the sample and the material of the sample shall not stick to the cloth.

9.2.2.2 Test of resistance to humidity

The contactor resistance to humidity shall be verified by test Ca: damp heat, steady state of IEC 60068-2-78 under the following test conditions:

Inlet openings, if any, shall be left open; if knock-outs are provided, one of them shall be opened. Parts which can be removed without the aid of a tool shall be removed and subjected to the humidity treatment with the main parts: spring lids shall be open during this treatment.

Before being placed in the test chamber, the samples shall be stored at room temperature for at least 4 h before the test. The test duration shall be four days.

After this period, the contactor is removed from the test chamber, the removed parts are reinstalled and the lid closed. The contactor is then submitted to a dielectric test as specified in 9.3.3.4.1, item c).

9.2.2.3 Test of resistance to heat

9.2.2.3.1 Tests on contactor

- a) Parts of insulating material, if any, necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit shall be subjected to a ball pressure test at $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, except that insulating parts of an enclosure necessary to retain in position the earthing terminal, if any, shall be tested as specified in item b) hereafter.

The ball-pressure apparatus is shown in Figure 3.

The surface of the part to be tested shall be placed in a horizontal position and supported by a steel plate of at least 5 mm thickness and a steel ball of 5 mm diameter shall be pressed against this surface with a force of 20 N.

The test shall be made in a heating cabinet at a temperature of $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

After 1 h, the ball shall be removed from the sample which shall then be cooled within 10 s to approximately room temperature by immersion in cold water.

The diameter of the impression caused by the ball shall be measured and shall not exceed 2 mm.

When it is not possible to make the test on the complete sample, the test shall be carried out on a suitable part of it of at least 2 mm thickness.

NOTE The thickness of 2 mm can be obtained by using several layers.

- b) External parts of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit even though they may be in contact with them, shall be subjected to a ball-pressure test in accordance with item a) above, except that the test is made at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ or $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus the highest temperature-rise determined for the relevant part during the temperature-rise test, whichever is the higher.
- c) Before being placed in the heating cabinet, the contactor under test shall be stored at room temperature for at least 4 h before the test.

The contactor shall be kept for the time sufficient to reach thermal equilibrium, but not less than 1 hour in the heating cabinet at a temperature of $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

The sample shall then be allowed to cool to approximately room temperature.

The standard test finger (see Figure 10) shall be applied to the external surfaces which are accessible during normal service with a force not exceeding 5 N, and there shall be no access to live parts when the contactor is mounted as in normal use. After the test, markings shall still be legible.

9.2.2.3.2 Tests on materials

A sample of the material, of at least 2 mm thickness, is subjected to the test(s) of 9.2.2.3.1, a) and/or b).

NOTE The manufacturer may provide data from the insulating material manufacturer (or other reliable source) to demonstrate compliance with these requirements.

9.2.2.4 Tests of resistance to abnormal heat and fire

9.2.2.4.1 Tests on parts of the contactor

The test to be performed for the verification of resistance to abnormal heat and fire is the glow-wire test, which simulates the thermal stresses produced by sources of heat or ignition in order to simulate fire hazard.

The glow-wire test shall be made according to IEC 60695-2-10 and IEC 60695-2-11 under the following conditions:

- for parts of insulating material, necessary to retain in position current-carrying parts by the test made at a temperature of 850 °C, for the purpose of this test a protective conductor, if any, is not considered as a current-carrying part,
- for parts of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the earthing circuit, if any, even though they may be in contact with them, by the test made at a temperature of 650 °C.

9.2.2.4.2 Tests on materials

Suitable specimens of the material shall be subjected to the following tests:

NOTE The manufacturer may provide data from the insulating material manufacturer (or other reliable source) to demonstrate compliance with the requirements of 8.1.2.5.

- a) Flammability classification test, in accordance with IEC 60695-11-10.
- b) Hot wire ignition (HWI) test, as described in Annex G.

9.2.2.5 Test of resistance to rusting

All grease shall be removed from the parts to be tested, by immersion and agitation for 10 min in a cold chemical degreaser such as refined petrol.

The parts shall then be immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts shall then be placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of 20 °C ± 5 °C.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of 100 °C ± 5 °C, their surface shall show no signs of rust.

Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing shall be ignored.

For small springs and the like, and for inaccessible parts exposed to abrasion, a layer of grease may provide sufficient protection against rusting.

Such parts shall only be subjected to the test if there is doubt about the effectiveness of the grease film, the test shall then be made without previous removal of the grease.

NOTE A revision of this test is under consideration.

9.2.2.6 Test of resistance to tracking

This test shall be made on a suitable part taken from the contactor or, if agreed for practical reasons, on a suitable specimen of the insulating material, according to IEC 60112, Solution A.

9.2.3 Test on screws or nuts other than those on terminals which are intended to be operated during installation or maintenance

The screws or nuts shall be tightened and loosened:

- 10 times when in engagement with a thread of insulating material,
- 5 times in all other cases.

Screws or nuts in engagement with a thread of insulating material shall be completely removed and reinserted each time.

The test shall be made with a suitable screwdriver or spanner, applying a torque as given in Table 11 or as specified by the manufacturer.

The screws or nuts shall be tightened without jerks.

When a screw has a hexagonal head with a slot for tightening with a screwdriver and when Table 11 is used and the values in columns II and III are different, the test shall be made twice:

- first applying to the hexagonal head the torque specified in column III by means of the spanner,
- then, on a new sample, applying the torque specified in column II by means of the screwdriver.

If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver shall be made.

During the test, the screwed connections shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, or damage to enclosures and covers, that will impair the further use of the contactor.

9.2.4 Verification of the degrees of protection of enclosed contactors

See Annex H.

9.2.5 Mechanical properties of terminals

This subclause does not apply to aluminium terminals or to terminals for the connection of aluminium conductors.

9.2.5.1 General conditions for tests

Unless otherwise stated by the manufacturer, each test shall be made on terminals in a clean and new condition.

When tests are made with round copper conductors, the copper shall be according to IEC 60028.

9.2.5.2 Tests of mechanical strength of terminals

Tests shall be made with the appropriate type of conductor having the maximum cross-sectional area.

The conductor shall be connected and disconnected five times.

For screw-type terminals, the tightening torque shall be in accordance with Table 11 or 110 % of the torque specified by the manufacturer, whichever is the greater.

The test shall be conducted on two separate clamping units.

When a screw has a hexagonal head with means for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column III, and then, on another set of samples, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver.

If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver is made.

Each time the clamping screw or nut is loosened, a new conductor shall be used for each tightening test.

During the test, clamping units and terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups that will impair the further use of the screwed connections.

Table 11 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Diameter of thread mm		Tightening torque N.m		
Metric standard values	Range of diameter	I	II	III
2,5	≤2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	>2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
–	>3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
3,5	>3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
4	>3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
4,5	>4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
5	>4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
6	>5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
8	>6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
10	>8,0 up to and including 10,0	–	4,0	10,0
Column I	applies to screws without heads which, when tightened, do not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the root diameter of the screw.			
Column II	applies to nuts and screws which are tightened by means of a screwdriver.			
Column III	applies to nuts and screws which can be tightened by means other than a screwdriver.			

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

The test applies to terminals for the connection of unprepared round copper conductors, of number, cross-section and type (flexible and/or rigid [stranded and/or solid]), specified by the manufacturer.

The following tests shall be carried out using two new samples with:

- the maximum number of conductors of the smallest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the largest cross-section connected to the terminal;
- the maximum number of conductors of the smallest and largest cross-sections connected to the terminal.

Terminals intended for connection of either flexible or rigid (solid and/or stranded) conductors shall be tested with each type of conductor with different sets of samples.

Terminals intended for connection of both flexible and rigid (solid and/or stranded) conductors simultaneously shall be tested as stated in c) above.

The test should be carried out with suitable test equipment. The specified number of conductors shall be connected to the terminal. The length of the test conductors should be 75 mm longer than the height H specified in Table 12. The clamping screws shall be tightened with a torque in accordance with Table 11 or with the torque specified by the manufacturer. The device tested shall be secured as shown in Figure 4.

Table 12 – Test values for flexion and pull-out tests for round copper conductors

Conductor cross-section		Diameter of bushing hole ^a	Height $H \pm 13$ mm	Mass	Pulling force
mm ²	AWG/MCM				
0,2	24	6,4	260	0,3	10
–	22	6,4	260	0,3	20
0,5	20	6,4	260	0,3	30
0,75	18	6,4	260	0,4	30
1,0	–	6,4	260	0,4	35
1,5	16	6,4	260	0,4	40
2,5	14	9,5	279	0,7	50
4,0	12	9,5	279	0,9	60
6,0	10	9,5	279	1,4	80
10	8	9,5	279	2,0	90
16	4	12,7	298	2,9	100
25	6	12,7	298	4,5	135
–	3	14,3	318	5,9	156
35	2	14,3	318	6,8	190

^a If a bushing with the hole diameter given is not adequate to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole may be used.

Each conductor is subjected to circular motions according to the following procedure:

The end of the conductor under test shall be passed through an appropriate size bushing in a platen positioned at a height H below the contactor terminal, as given in Table 12. The other conductors shall be bent in order not to influence the result of the test. The bushing shall be positioned in the horizontal platen concentric with the conductor. The bushing shall be moved so that its centre-line describes a circle of 75 mm diameter about its centre in the horizontal plane at 10 r.p.m. \pm 2 r.p.m. The distance between the mouth of the terminal and the upper surface of the bushing shall be within 13 mm of the height H in Table 12. The bushing is to be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor. A mass as specified in Table 12 is to be suspended from the end of the conductor. The test shall consist of 135 continuous revolutions.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

Immediately after the flexion test, each conductor under test shall be submitted in the test equipment to the test of 9.2.5.4 (pull-out test).

9.2.5.4 Pull-out test for round copper conductors

Following the test of 9.2.5.3, the pulling force given in Table 12 shall be applied to the conductor tested in accordance with 9.2.5.3.

The clamping screws shall not be tightened again for this test.

The force shall be applied without jerks for one minute.

During the test, the conductor shall neither slip out of the terminal nor break near the clamping unit.

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

9.2.5.5.1 Test procedure

The test shall be carried out with the gauges specified in Table 13. The measuring section of the gauge shall be able to penetrate into the terminal aperture under the weight of the gauge to the full depth of the terminal (see also Note to Table 13).

Table 13 – Maximum conductor cross-sections and corresponding gauges

Conductor cross-sections		Gauges (see Figure 5)			
Flexible conductors mm ²	Rigid conductors (solid or stranded) mm ²	Form and marking	Diameter <i>a</i> mm	Width <i>b</i> mm	Permissible deviations for <i>a</i> and <i>b</i> mm
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	0 –0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,0	
2,5	4	A3	2,8	2,4	
4	6	A4	3,6	3,1	0 –0,06
6	10	A5	4,3	4,0	
10	16	B6	5,3	–	
16	25	B7	6,9	–	0 –0,07
25	35	B8	8,7	–	
35	50	B9	10,0	–	

NOTE For conductor cross-sections other than those given in the table, an unprepared conductor of appropriate cross-section may be used as the gauge, the force of insertion being not greater than 5 N.

9.2.5.5.2 Construction of gauges

The construction of the gauges is shown in Figure 5.

Details of dimensions *a* and *b* and their permissible deviations are shown in Table 13. The measuring section of the gauge shall be made from gauge steel.

9.2.6 Test of resistance to impact

9.2.6.1 Test procedure

Unenclosed contactors, exposed parts of partially enclosed contactors, covers and cover plates of contactors shall be tested with the pendulum hammer test apparatus (see 9.2.6.2.1) with a shock energy of 0,5 J.

Enclosures designed and dimensioned to contain a contactor shall be tested with the sphere test apparatus (see 9.2.6.2.2) with a shock energy of 2 J.

The ambient air temperature shall be $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

The sample with cover, or the enclosure, if any, shall be fixed as in normal use or placed against a rigid support.

Cable entries which are not provided with knock-outs shall be left open. If they are provided with knock-outs, two of them shall be opened.

Before applying the blows, fixing screws of bases, covers and the like shall be tightened with a torque equal to two thirds of that specified in Table 11.

The samples are subjected to ten blows, which are evenly distributed over the sample. The blows are not applied to knock-outs, fragile parts such as windows, pilot lights, etc.

In general, five of the blows are applied as follows:

- for flush-type contactors, one blow in the centre, one at each extremity of the area over the recess in the block, and the other two approximatively midway between the previous blows, preferably on the ridge, if any, the sample being moved horizontally;
- for other contactors and for mounting boxes, one blow in the centre, one at each side of the sample after it has been turned as far as possible, but not through more than 60° , about a vertical axis, and the other two approximatively midway between the previous blows, preferably on the ridge, if any.

The remaining blows are then applied in the same way, after the sample has been turned through 90° about its axis perpendicular to the plywood.

After the test, the sample shall show no damage within the meaning of this standard.

In particular, covers which when broken make live parts accessible or impair the further use of the contactor, operating means, and linings and barriers of insulating materials and the like, shall not show such damage.

In case of doubt, it is verified that removal and replacement of external parts, such as enclosures and covers, is possible without these parts or their lining being damaged.

Damage to the appearance, for example surface cracks, small dents which do not reduce the clearances or creepage distances below the values specified in 8.2.3.4 and 8.2.3.5, and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock shall be neglected.

9.2.6.2 Test apparatus

9.2.6.2.1 Pendulum hammer test apparatus (0,5 J test)

The test apparatus shown in Figure 6, Figure 7 and Figure 8 shall be used.

The design of the test apparatus shall be such that:

- the sample can be moved horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood;
- the plywood can be turned about a vertical axis.

The striking element, having a mass of 0,25 kg, shall be allowed to fall from a height of 0,20 m on to surfaces which are exposed when the contactor is mounted as in normal conditions of use so that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot of the pendulum.

The height of fall shall be the vertical distance between the position of a checking point when the pendulum is released and the position of that point at the moment of impact. The checking point shall be marked on the surface of the striking element where the line through the point of intersection of the axis of the steel tube of the pendulum and that of the striking element, and perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

The head of the striking element shall have a hemispherical face of radius 10 mm and shall be of polyamide having a Rockwell hardness of R 100. The striking element is rigidly fixed to the lower end of a steel tube with an external diameter of 9 mm and a wall thickness of 0,5 mm, which shall be pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

The axis of the pivot shall be $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$, above the axis of the striking element.

For determining the Rockwell hardness of the polyamide of the head of the striking element, the following conditions shall apply:

- diameter of the ball: $12,7\text{ mm} \pm 0,002\,5\text{ mm}$,
- initial load: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$,
- overload: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ISO 2039-2. Surface-mounting contactors shall be mounted on a sheet of plywood, 8 mm thick and 175 mm square, secured at its top and bottom edges to a rigid bracket, which shall be part of the mounting support as shown in Figure 7.

The mounting support shall have a mass of $10\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$ and shall be mounted on a rigid frame by means of pivots.

9.2.6.2.2 Sphere test apparatus (2 J test) (see Figure 9)

The impact shall be produced by dropping or swinging a steel sphere 50 mm in diameter and weighing 0,5 kg from a height of 0,4 m as shown in Figure 9.

H indicates the vertical distance the sphere must travel to produce the desired impact. The sphere is to contact the test sample when the wire is in the vertical position.

The wire shall have a negligible mass in comparison with the sphere.

The supporting surface shall consist of a layer of tongue-and-groove oak flooring mounted on two layers of 19 mm plywood.

The oak flooring shall be nominally 19 mm thick. The assembly shall rest on a concrete floor. An equivalent non-resilient supporting surface may be used.

The backing support shall consist of 19 mm plywood over a rigid surface of concrete.

An equivalent non-resilient backing support may be used.

9.2.7 Test of durability of marking

Compliance with the requirements of 8.1.13 is checked by inspection, also by lightly rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cloth soaked with petroleum spirit.

Petroleum spirit used in the test should consist of aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 % by volume, a $k_{\text{Auributanol}}$ value of 29, an initial boiling point of

approximately 65 °C, a dry-point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³.

After this test the marking shall be easily legible. It shall not be easily possible to remove labels and these shall show no curling.

The marking shall also remain easily legible after all the tests of this standard.

Marking made by impression, moulding, pressing or engraving is not subjected to this test.

9.3 Compliance with performance requirements

9.3.1 Test sequences

The sequence of tests and the corresponding samples are indicated in Annex B.

9.3.2 General test conditions

9.3.2.1 General requirements

The contactors to be tested shall agree in all their essential details with the design of the type which they represent.

Unless otherwise stated in the relevant test clauses, the tests shall be made with the same kind of current (and, at the rated frequency and with the same number of phases) as in the intended service.

If, for convenience of testing, it appears desirable to increase the severity of a test (e.g. to adopt a higher rate of operation in order to reduce the duration of the test), this may be done only with the consent of the manufacturer.

The contactor under test shall be mounted complete on its own support or an equivalent support and connected as in normal service, in accordance with the manufacturer's instructions and under the ambient conditions stated in 7.1.

Enclosed contactors shall be mounted complete and any opening normally closed in service shall be closed for tests. Contactors intended for use in an individual enclosure shall be tested in the smallest of such enclosures stated by the manufacturer.

NOTE An individual enclosure is an enclosure designed and dimensioned to contain one contactor only.

Contactors not intended to be used in an individual enclosure shall be tested in free air. In this case, unless otherwise specified in the relevant test clauses of this standard, for tests concerning making and breaking capacities and performance under short-circuit conditions, a wire mesh shall be placed at all points of the contactor likely to be a source of external phenomena capable of producing a breakdown, in accordance with the arrangements and distances specified by the manufacturer. Details, including distances from the contactor under test to the wire-mesh, shall be stated in the test report.

Maintenance or replacement of parts is not permitted, unless otherwise specified in this standard.

The contactor may be operated without load prior to beginning a test.

For the tests, the actuating system, if any, shall be operated as for the intended use in service stated by the manufacturer and at the rated values of control quantities (such as voltage), unless otherwise specified in this standard.

9.3.2.2 Test quantities

9.3.2.2.1 Values of test quantities

All the tests shall be made with the values of test quantities corresponding to the ratings assigned by the manufacturer, in accordance with the relevant tables and data of this standard.

9.3.2.2.2 Tolerances on test quantities

The test recorded in the test report shall be within the tolerances given in Table 14, unless otherwise specified in the relevant subclauses. However, with the agreement of the manufacturer, the tests may be made under more severe conditions than those specified.

Table 14 – Tolerances on test quantities

All tests	Tests under no load, normal load and overload conditions	Tests under short-circuit conditions
– current: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix}$ %	– power factor: $\pm 0,5$	– power factor: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
– voltage: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix}$ % (including power frequency recovery voltage)	– frequency: ± 5 %	– frequency: ± 5 %
NOTE 1 Where maximum and/or minimum operating limits are stated in this standard, the above tolerances do not apply.		
NOTE 2 By agreement between manufacturer and user, tests made at 50 Hz may be accepted for operation at 60 Hz and vice-versa.		

9.3.2.2.3 Recovery voltage

a) Power-frequency recovery voltage

For all breaking capacity and short-circuit breaking capacity tests, the value of the power-frequency recovery voltage shall be 1,05 times the value of the rated operational voltage.

NOTE 1 The value of 1,05 times the rated operational voltage for the power-frequency recovery voltage is deemed to cover the effects of the variations of the system voltage under normal service conditions.

NOTE 2 This may require that the applied voltage be increased but the prospective peak-making current should not be exceeded without the consent of the manufacturer.

NOTE 3 The upper limit of the power-frequency recovery voltage may be increased with the approval of the manufacturer (see 9.3.2.2.2).

b) Transient recovery voltage

Transient recovery voltages, where required in this standard, are determined according to 9.3.3.5.3.

9.3.2.3 Evaluation of test results

The behaviour of the contactor during the tests and its condition after the tests are specified in the relevant test clauses of this standard.

9.3.2.4 Test reports

Written reports on type tests proving compliance with this standard shall be made available by the manufacturer. The details of test arrangements such as type and size of the enclosure, if any, size of conductors, distance from the live parts to the enclosure or to parts normally earthed in service, method of operation of the actuating system, etc., shall be given in the test report.

Test values and parameters shall form part of the test report.

9.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions

9.3.3.1 Operation

It shall be verified that contactors operate according to the requirements of 8.2.1.1.

9.3.3.2 Operating limits

Contactors shall be tested to verify the performance according to the requirements given in 8.2.1.2.

9.3.3.3 Temperature-rise

9.3.3.3.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature shall be recorded during the last quarter of the test period by at least two temperature sensing means, e.g. thermometers or thermocouples, equally distributed around the contactor at about half its height and at a distance of about 1 m from the contactor. The temperature sensing means shall be protected against air currents, heat radiation and indicating errors due to rapid temperature changes.

During the tests, the ambient air temperature shall be between +10 °C and +40 °C and not vary by more than 10 K.

9.3.3.3.2 Measurement of the temperature of parts

For parts other than coils, the temperature of the different parts shall be measured by suitable temperature sensing means at those points most likely to attain the maximum temperature; these points shall be stated in the test report.

The temperature sensing means shall not significantly affect the temperature-rise.

Good thermal conductivity between the temperature sensing means and the surface of the part under test shall be ensured.

For electromagnet coils, the method of measuring the temperature by variation of resistance shall generally be used. Other methods are permitted only if it is impracticable to use the resistance method.

The temperature of the coils before beginning the test shall not differ from that of the surrounding medium by more than 3 K.

For copper conductors, the value of the hot temperature T_2 may be obtained from the value of the cold temperature T_1 as a function of the ratio of the hot resistance R_2 to the cold resistance R_1 by the following formula:

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

where

T_1 and T_2 are expressed in degrees Celsius.

The test shall be made for a time sufficient for the temperature-rise to reach a steady-state value, but not exceeding 8 h. It is assumed that a steady-state is reached when the variation does not exceed 1 K per hour.

9.3.3.3.3 Temperature-rise of a part

The temperature-rise of a part is the difference between the temperature of that part measured in accordance with 9.3.3.3.2 and the ambient air temperature measured in accordance with 9.3.3.3.1.

9.3.3.3.4 Temperature-rise of the main circuit

The contactor shall be mounted as specified in 9.3.2.1 and shall be protected against abnormal external heating or cooling.

The main circuit shall be loaded as stated in 8.2.2.5.

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

Contactors having an integral enclosure and contactors only intended for use with a specified type of enclosure shall be tested in their enclosure for the conventional thermal current test. No opening giving false ventilation shall be allowed.

Contactors intended for use with more than one type of enclosure shall be tested either in the smallest enclosure stated by the manufacturer to be suitable or tested without an enclosure. If tested without an enclosure the manufacturer shall be prepared to state a value of conventional enclosed thermal current (see 5.3.3.2).

For tests with multiphase currents, the current shall be balanced in each phase within $\pm 5\%$, and the average of these currents shall be not less than the appropriate test current.

Unless otherwise specified in this standard, the temperature-rise test of the main circuit is made at one or both of the conventional thermal currents, as defined in 5.3.3.1 and 5.3.3.2 and may be made at any convenient voltage.

When the heat exchange between the main circuit, the control circuit and the auxiliary circuits may be of significance, the temperature-rise tests stated in 9.3.3.3.4, 9.3.3.3.5, 9.3.3.3.6 and 9.3.3.3.7 shall be made simultaneously.

In the case of multipole contactors, the test may be carried out but, subject to the manufacturer's agreement, with single-phase current with all poles connected in series.

At the end of the test, the temperature-rise of the different parts of the main circuit shall not exceed the values given in Table 4 and Table 5.

The following test connection arrangements shall be used:

- a) The connections shall be single-core, p.v.c.-insulated, copper conductors with cross-sections as given in Table 15.
- b) The connections shall be in free air, and spaced at approximately the distance existing between the terminals.
- c) For single-phase or multi-phase tests, the minimum length of any temporary connection from a terminal to another terminal or to the test supply or to a star point shall be 1 m.

Table 15 – Test copper conductors

Range of test current ^a		Conductor size ^{b, c}	
		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4

^a The value of the test current shall be greater than the first value in the first column and less than or equal to the second value in that column.

^b For convenience of testing and with the manufacturer's consent, smaller conductors than those given for a stated test current may be used.

^c The table gives alternative sizes for conductors in the metric and AWG/MCM systems.

9.3.3.3.5 Temperature-rise of control circuits

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

The temperature-rise tests of control circuits shall be made with the specified current and at the rated frequency. Control circuits shall be tested at their rated voltage.

Circuits intended for continuous operation shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts of the control circuits shall not exceed the values specified in 8.2.2.6.

9.3.3.3.6 Temperature-rise of coils of electromagnets

Coils and electromagnets shall be tested according to the conditions given in 8.2.2.7.

They shall be tested for a sufficient time for the temperature-rise to reach a steady-state value.

The temperature shall be measured when thermal equilibrium is reached in both the main circuit and the coil of the electromagnet.

Coils and electromagnets of contactors shall be tested as follows:

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

At the end of these tests the temperature-rise of the different parts shall not exceed the values specified in 8.2.2.7.

9.3.3.3.7 Temperature-rise of auxiliary circuits

The temperature-rise tests of auxiliary circuits shall be made during the test of 9.3.3.3.4 under the same conditions as those specified in 9.3.3.3.5, but may be carried out at any convenient voltage.

At the end of these tests the temperature-rise of the auxiliary circuits shall not exceed the values specified in 8.2.2.8.

9.3.3.4 Dielectric properties

9.3.3.4.1 Type tests

a) General conditions for withstand voltage tests

The contactor to be tested shall comply with the general requirements of 9.3.2.1.

If the contactor is to be used without an enclosure, it shall be mounted on a metal plate and all exposed conductive parts (frame, etc.) intended to be connected to the protective earth in normal service shall be connected to that plate.

When the base of the contactor is of insulating material, metallic parts shall be placed at all of the fixing points in accordance with the conditions of normal installation of the contactor and these parts shall be considered as part of the frame of the contactor.

Any actuator of insulating material and any integral non-metallic enclosure of contactor intended to be used without an additional enclosure shall be covered by a metal foil and connected to the frame or the mounting plate. The foil shall only be applied to those parts of surface which can be touched with the standard test finger (see Figure 10) during operation or adjustment of the contactor. If the insulation part of an integral enclosure cannot be touched by the standard test finger due to the presence of an additional enclosure, no foil shall be required.

b) Verification of impulse withstand voltage

1) General

The contactor shall comply with the requirements stated in 8.2.3.2.

The verification of the insulation is made by a test at the rated impulse withstand voltage.

Clearances equal to or larger than the values of class A of Table 17 may be verified by measurement, according to the method described in Annex E.

2) Test voltage

The test voltage shall be that specified in 8.2.3.2.

For contactor incorporating over-voltage suppressing means, the energy content of the test current shall not exceed the energy rating of the over-voltage suppressing means. The latter shall be suitable for the application.

NOTE 1 Such ratings are under consideration.

The test equipment shall be calibrated to produce a 1,2/50 μ s waveform as defined in IEC 61180. The output is then connected to the contactor to be tested and the impulse applied five times for each polarity at intervals of 1 s minimum. The influence of the contactor under test on the waveshape, if any, is ignored.

3) Application of test voltage

With the contactor mounted and prepared as specified in item 1) above, the test voltage is applied as follows:

- i) between all the terminals of the main circuit connected together (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;

- ii) between each pole of the main circuit and the other poles connected together and to the enclosure or mounting plate, with the contacts in all normal positions of operation;
- iii) between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit and:
 - the main circuit,
 - the other circuits,
 - the exposed conductive parts,
 - the enclosure or mounting plate,
 which, wherever appropriate, may be connected together;

4) Acceptance criteria

There shall be no unintentional disruptive discharge during the tests.

NOTE 2 An exception is an intentional disruptive discharge, for example by transient over-voltage suppressing means.

NOTE 3 The term "disruptive discharge" related to phenomena associated with the failure of insulation under electrical stress, in which the discharge completely bridges the insulation under test, reducing the voltage between the electrodes to zero or nearly to zero.

NOTE 4 The term "sparkover" is used when a disruptive discharge occurs in a gaseous or liquid dielectric.

NOTE 5 The term "flashover" is used when a disruptive discharge occurs over the surface of a dielectric in a gaseous or liquid medium.

NOTE 6 The term "puncture" is used when a disruptive discharge occurs through a solid dielectric.

NOTE 7 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of dielectric strength; in a liquid or gaseous dielectric, the loss may be only temporary.

c) Power-frequency withstand verification of solid insulation

1) General

This test applies to the verification of solid insulation and the ability to withstand temporary over-voltages.

The values of Table 19 are deemed to cover the ability to withstand temporary over-voltages (see Footnote a of Table 19).

2) Test voltage

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform and a frequency between 45 Hz and 65 Hz. The high-voltage transformer used for the test shall be so designed that, when the output terminals are short-circuited after the output voltage has been adjusted to the appropriate test voltage, the output current shall be at least 200 mA.

The over-current relay shall not trip when the output current is less than 100 mA.

The value of the test voltage shall be as follows:

- i) for the main circuit, and for the control and auxiliary circuits, in accordance with Table 19. The uncertainty of measurement of the test voltage shall not exceed ± 3 %.
- ii) if an alternating test voltage cannot be applied, for example due to EMC filter components, a direct test voltage may be used having the value of Table 19, third column. The uncertainty of measurement of the test voltage shall not exceed ± 3 %.

The test voltage applied shall be within ± 3 %.

3) Application of test voltage

For the dielectric test between phases, all circuits between these phases may be disconnected for the test.

NOTE 8 The purpose of this test is to check the basic and supplementary insulation only.

For the dielectric test between phase and earth, all circuits shall be connected.

NOTE 9 The purpose of this test is to check both basic and supplementary insulation, and the ability to withstand temporary over-voltages.

The test voltage shall be applied to for 5 s in accordance with items b) 3) i), b) 3) ii) and b) 3) iii) above.

4) Acceptance criteria

During the test, no flashover, breakdown of insulation either internally (puncture) or externally (tracking) or any other manifestation of disruptive discharge shall occur. Any glow discharge shall be ignored. Components connected between phase and earth may be damaged during the tests but such failure shall not result in a condition that would lead to a hazardous situation.

NOTE 10 The voltage levels to earth are based on IEC 60664-1 under worst case conditions which generally do not occur in practice.

d) Power-frequency withstand verification after switching tests

1) General

The test should be performed on the contactor whilst it remains mounted for the switching tests. If this is not practicable, it may be disconnected and removed from the test circuit, although measures shall be taken to ensure that this does not influence the result of the test.

2) Test voltage

The requirements of item c) 2) above shall apply except that the value of the test voltage shall be $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V r.m.s. or 1 415 V d.c. if an a.c. voltage test cannot be applied. The value of U_e referred to is that at which switching tests have been performed.

3) Application of test voltage

The requirements of item c) 3) above shall apply. The application of the metal foil, according to 9.3.3.4.1, item a), is not required.

4) Acceptance criteria

The requirements of item c) 4) above shall apply.

e) Verification of d.c. withstand voltage

Under consideration.

f) Verification of creepage distances

The shortest creepage distances between phases, between circuit conductors at different voltages and live and exposed conductive parts shall be measured. The measured creepage distance with respect to material group and pollution degree shall comply with the requirements of 8.2.3.5.

9.3.3.4.2 Routine tests

a) Impulse withstand voltage

The tests shall be performed in accordance with item b) of 9.3.3.4.1. The test voltage shall be not less than 30 % of the rated impulse withstand voltage (without altitude correction factor) or $2 U_i$ whichever is the higher.

b) Power-frequency withstand voltage

1) Test voltage

The test apparatus shall be the same as that stated in item c) 2) of 9.3.3.4.1 except that the over-current trip should be set at 25 mA.

However, at the discretion of the manufacturer for safety reasons, test apparatus of a lower power or trip setting may be used, but the short-circuit current of the test apparatus shall be at least eight times the nominal trip setting of the over-current relay, for example for a transformer with a short-circuit current of 40 mA, the maximum trip setting of the over-current relay shall be $5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$.

NOTE 1 The capacitance of the contactor may be taken into account.

The r.m.s. value of the test voltage shall be $2 U_e$ with a minimum of 1 000 V r.m.s.

NOTE 2 In the case of multiple values, U_e refers to the highest value marked on the contactor or given in the manufacturer's documentation.

2) Application of test voltage

The requirements of item c) 3) of 9.3.3.4.1 shall apply, except that the duration of the test voltage shall be 1 s only.

However, as an alternative, a simplified test procedure may be used if it is considered to subject the insulation to an equivalent dielectric stress.

3) Acceptance criteria

The over-current relay shall not trip.

c) Combined impulse voltage and power-frequency withstand voltage

The tests of items a) and b) above may be replaced by a single power-frequency withstand test where the peak value of the sinusoidal wave corresponds to the value stated in items a) or b), whichever is the higher.

d) In no case the application of the metal foil according to 9.3.3.4.1, item a) is required.

9.3.3.4.3 Sampling tests for verification of clearances

a) General

These tests are intended to verify the maintaining of the design conformity regarding clearances and are only applicable to contactor with clearances smaller than those corresponding to Table 17, case A.

b) Test voltage

The test voltage shall be that corresponding to the rated impulse withstand voltage.

c) Application of test voltage

The requirements of item b) 3) of 9.3.3.4.1 shall apply, except that the metal foil need not be applied to the actuator or the enclosure.

d) Acceptance criteria

No disruptive discharge shall occur.

9.3.3.4.4 Tests for contactor with protective separation

Tests for contactor with protective separation are given in Annex I.

Table 16 – Impulse test voltages and corresponding altitudes

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	$U_{1,2/50}$ impulse kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4
6	7,4	7,2	7	6,7	6
8	9,8	9,6	9,3	9	8

Table 17 – Minimum clearances in air

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Minimum clearances mm							
	Case A Inhomogeneous-field conditions (see 3.5.31)				Case B Homogeneous-field ideal conditions (see 3.5.30)			
	Pollution degree				Pollution degree			
	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3

Table 18 – Minimum creepage distances

Rated insulation voltage of equipment or working voltage a.c., r.m.s. or d.c. V e	Creepage distances for equipment subject to long-term stress mm														
	Pollution degree			Pollution degree				Pollution degree				Pollution degree			
	1 f	2 f	1	2				3				4			
	Material group			Material group				Material group				Material group			
	b	c	b	I a	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1	1,6	1,6	1,6			
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	1,6	1,6	1,6			
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6			
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6			
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25	1,7	1,7	1,7			
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8			
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3			
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2	2,5	3,2			
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2	2,1	2,6	3,4		d	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6			
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2	2,4	3,0	3,8			
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4			
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5	3,2	4	5			
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2	4	5	6,3			
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	5	6,3	8			
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	6,3	8	10			
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3	8	10	12,5			

a Material group I or material groups II, IIIa, IIIb where likelihood to track is reduced due to the conditions of IEC 60664-1.

b Material groups I, II, IIIa, IIIb.

c Material groups I, II, IIIa.

d Values of creepage distances in this area have not been established. Material group IIIb is in general not recommended for application in pollution degree 4.

e As an exception, for rated insulation voltages 127, 208, 415 and 440 V, creepage distances corresponding to the lower values 125, 200, 400 V respectively may be used.

f The values given in these two columns apply to creepage distances of printed wiring materials.

Table 19 – Dielectric test voltage corresponding to the rated insulation voltage

Rated insulation voltage U_i V	a.c. test voltage (r.m.s.) V	d.c. test voltage ^{a, b} V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 440$	1 640	2 320
^a Test voltages based on 6.1.3.4.1, 5th paragraph of IEC 60664-1:2007. ^b A direct current test voltage may be used only if an alternating test voltage cannot be applied. See also item c) 2) ii) of 9.3.3.4.1.		

9.3.3.5 Making and breaking capacities

9.3.3.5.1 General test conditions

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

Four-pole contactors shall be tested as three-pole contactors with the unused pole, which in the case of contactors provided with a neutral pole is the neutral pole, connected to the frame. One test on three adjacent poles is sufficient.

The tests shall be made under the operating conditions stated in Table 7 without failure (see 9.3.3.5.4, item b)).

The control supply voltage shall be 100 % of U_s for the test of utilization categories AC-7a and AC-7c. For the test of utilization category AC-7b, it shall be 110 % of U_s for half the number of operating cycles and 85 % of U_s for the other half.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor is in service. If necessary, or for convenience, the control and auxiliary circuits, and in particular the coil of the contactor, may be supplied by an independent source. Such a source shall deliver the same kind of current and the same voltage as specified for service conditions.

9.3.3.5.2 Test circuit

- a) Figure 11, Figure 12, Figure 13 and Figure 14 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:
- single-pole contactors on single-phase a.c. (Figure 11);
 - two-pole contactors on single-phase a.c. (Figure 12);
 - three-pole contactors or three single-phase contactors on three-phase a.c. (Figure 13);
 - four-pole contactors on three-phase four wire a.c. (Figure 14).

A detailed diagram of the circuit used for the test shall be given in the test report.

- b) The prospective current at the supply terminals of the contactor shall be not less than 10 times the test current.
- c) The test circuit comprises the supply source, the contactor D under test and the load circuit.
- d) 1) Utilization categories AC-7a and AC-7b:

The load circuit shall consist of resistors and air-cored reactors in series. Air-cored reactors in any phase shall be shunted by resistors taking approximately 0,6 % of the current through the reactor.

However, where a transient recovery voltage is specified, instead of the 0,6 % shunt resistors, parallel resistors and capacitors shall be included across the load, the complete, load circuit being as shown in Figure 16.

2) Utilization category AC-7c:

The diagram of the circuit is given under Figure 22. The prospective short-circuit current of the supply shall be between 3 kA and 4 kA at $\cos \varphi = 0,90 \pm 0,05$.

The load circuit shall consist of resistors and air-cored reactors in series and capacitors in parallel.

The line resistor R_1 consists in a twin-core cable of 2 x 12,5 m in length with wires cross-section appropriate to the rated current.

The load circuit consists of:

- a compensated capacitor value C_p of 10 μF ($-0 \mu\text{F}$; $+2 \mu\text{F}$) per A.

Ex: for 10 A, $C_p = 100 \mu\text{F}$; for 20 A, $C_p = 200 \mu\text{F}$.

The capacitors shall be connected with 2,5 mm² conductors having the shortest possible length;

- an inductor, X, and a resistor, R, adjusted to give to the load circuit (comprising C_p , R and X) the power factor and the test current according to Table 7 and Table 9.

e) The loads shall be adjusted to obtain, at the specified voltage:

- the value of current, power-factor and power frequency recovery voltage specified in Table 7;
- when specified, the oscillatory frequency of the transient recovery voltage and the value of the factor γ .

The factor γ is the ratio of the value U_1 of the highest peak of the transient recovery voltage to the instantaneous value U_2 , at the instant of current zero, of the component of the recovery voltage at power frequency (see Figure 15).

f) The test circuit shall be earthed at one unique point and the position of this point shall be stated in the test report.

g) All parts of the contactor normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected as indicated in Figure 11, Figure 12, Figure 13 or Figure 14.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0,8 mm in diameter and at least 50 mm long, or an equivalent fusible element, for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible-element circuit shall be 1 500 A \pm 10 %, except as stated in Note 2 and Note 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

NOTE 1 A copper wire of 0,8 mm in diameter will melt at 1 500 A in approximately half a cycle at a frequency between 45 Hz to 67 Hz.

NOTE 2 The prospective fault current may be less than 1 500 A, with a smaller diameter copper wire (see Note 4) corresponding to the same melting time as in Note 1.

NOTE 3 In the case of a supply having an artificial neutral, a lower prospective fault current may be accepted, subject to the agreement of the manufacturer, with a smaller diameter copper wire (see Note 4) corresponding to the same melting time as in Note 1.

NOTE 4 The relationship between the prospective fault current in the fusible element circuit and the diameter of the copper wire should be in accordance with the table below:

Diameter of copper wire mm	Prospective fault current in the fusible element circuit A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.3.5.3 Characteristics of transient recovery voltage

The following requirements apply to contactors of utilization category AC-7b.

To simulate the conditions in circuits including individual motor loads (inductive loads), the oscillatory frequency of the transient recovery voltage of the load circuit shall be adjusted to the value:

$$f = 2\,000 \times I_c^{0,2} \times U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

where

f is the oscillatory frequency, in kilohertz ;

I_c is the breaking current, in amperes ;

U_e is the rated operational voltage of the equipment, in volts.

The factor γ shall be adjusted to the value:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05.$$

The value of reactance necessary for the test may be obtained by coupling several reactors in parallel on condition that the transient recovery voltage can still be considered as having only one oscillatory frequency. This is generally the case when the reactors have practically the same time-constant.

The load terminals of the contactor shall be connected as closely as possible to the terminals of the adjusted load circuit. The adjustment should be made with these connections in place.

Adjustment of the transient recovery voltage shall be made on the whole load circuit and, in particular, the earth point shall not be moved between the adjustment and the test.

A procedure for adjusting the load circuit is given in Annex C.

9.3.3.5.4 Rated making and breaking capacities

a) Rated making and breaking capacities of contactors

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in Table 7.

b) Behaviour of the contactor during and condition after the making and breaking capacity tests.

During the tests within the limits of the specified making and breaking capacities of 9.3.3.5 and the verification of conventional operational performance of 9.3.3.6.2, there shall be no

permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fusible element in the earth circuit (see 9.3.3.5.2) and no welding of the contacts.

After the tests, the dielectric properties of the contactor shall be verified by a dielectric test as specified in 9.3.3.4.1, item d).

The contacts shall operate when the contactor is switched by the applicable method of control.

9.3.3.6 Operational performance capability

9.3.3.6.1 General

Tests concerning the verification of conventional operational performance are intended to verify that a contactor is capable of fulfilling the requirements given in Table 9.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the contactor is in service.

The test circuit given in 9.3.3.5.2 is applicable and the load is to be tuned according to 9.3.3.5.3.

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

9.3.3.6.2 Conventional operational performance of contactors

The contactor shall make and break the current corresponding to its utilization category and for the number of operating cycles given in Table 9.

9.3.3.6.3 Behaviour of the contactor during and condition after the conventional operational performance tests

The requirement of 9.3.3.5.4, item b), should be fulfilled and the dielectric properties of the contactor shall be verified by a dielectric test as specified in 9.3.3.4.1, item d).

9.3.4 Performance under short-circuit conditions

9.3.4.1 General

This subclause specifies test conditions for verification of compliance with the requirements of 8.2.5. Specific requirements regarding test procedure, test sequence, condition of contactor after the test are given in 9.3.4.2 and 9.3.4.3.

9.3.4.2 General conditions for short-circuit tests

9.3.4.2.1 General requirements for short-circuit tests

The general requirements of 9.3.2.1 apply. The contactor shall be operated under the conditions specified in 8.2.1. It shall be verified that the contactor operates correctly on no-load when it is operated under the above conditions.

9.3.4.2.2 Test circuit

- a) Figure 17, Figure 18, Figure 19 and Figure 20 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:
- single-pole contactors on single-phase a.c. (Figure 17);
 - two-pole contactors on single-phase a.c. (Figure 18);
 - three-pole contactors on three-phase a.c. (Figure 19);

– four-pole contactors on three-phase four wire a.c. (Figure 20).

A detailed diagram of the circuit used for the test shall be given in the test report.

- b) The supply S feeds a circuit including resistors R_1 , reactors X and the contactor D under test.

In all cases the supply shall have sufficient power to permit the verification of the characteristics given by the manufacturer.

The resistance and reactance of the test circuit shall be adjustable to satisfy the specified test conditions. The reactors X shall be air-cored. They shall be connected in series with the resistors R_1 , and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is permitted when these reactors have practically the same time-constant.

Since the transient recovery voltage characteristics of the test circuits including large air-cored reactors are not representative of usual service conditions, the air-cored reactor in each phase shall be shunted by a resistor taking approximately 0,6 % of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

- c) In each test circuit (Figure 17, Figure 18, Figure 19 and Figure 20), the resistors and reactances are inserted between the supply source S and the contactor D under test. The positions of the closing device A and the current sensing devices (I_1 , I_2 , I_3) may be different. The connection of the contactor under test to the test circuit shall be stated in the test report.

When tests are made with current less than the rated value, the additional impedances required shall normally be inserted on the load side of the contactor between it and the short-circuit; they may, however, be inserted on the line side, in which case this shall be stated in the test report.

Unless a special agreement has been drawn up between manufacturer and user and details noted in the test report, the diagram of the test circuit shall be in accordance with the figures.

There shall be one and only one point of the test circuit which is earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point, but the method of earthing shall be stated in the test report.

- d) All parts of the contactor normally earthed in service, including the enclosure or the screens, shall be insulated from earth and connected to a point, as indicated in Figure 17, Figure 18, Figure 19 and Figure 20.

This connection shall comprise a fusible element F consisting of a copper wire 0,8 mm in diameter and at least 50 mm long, or of an equivalent fusible element for the detection of the fault current.

The prospective fault current in the fusible-element circuit shall be $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, except as stated in Note 2 and Note 3. If necessary, a resistor limiting the current to that value shall be used.

NOTE 1 A copper wire of 0,8 mm in diameter will melt at 1 500 A in approximately half a cycle at a frequency between 45 Hz to 67 Hz.

NOTE 2 The prospective fault current may be less than 1 500 A, with a smaller diameter copper wire (see Note 4) corresponding to the same melting time as in Note 1.

NOTE 3 In the case of a supply having an artificial neutral, a lower prospective fault current may be accepted, subject to the agreement of the manufacturer, with a smaller diameter copper wire (see Note 4) corresponding to the same melting time as in Note 1.

NOTE 4 The relationship between the prospective fault current in the fusible element circuit and the diameter of the copper wire should be in accordance with the table below:

Diameter of copper wire mm	Prospective fault current in the fusible element circuit A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.4.2.3 Power-factor of the test circuit

The power-factor of each phase of the test circuit should be determined according to an established method which shall be stated in the test report.

Two examples are given in Annex D.

The power-factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power-factors of each phase.

The power-factor shall be in accordance with Table 20.

The difference between the mean value and the maximum and minimum values of the power-factors in the different phases shall remain within $\pm 0,05$.

Table 20 – Values of power-factors corresponding to test currents and ratio n between peak and r.m.s. values of current

Test current A	Power-factor	n
$I \leq 1\,500$	0,95	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	1,53

9.3.4.2.4 Calibration of the test circuit

The calibration of the test circuit is carried out by placing temporary connections B of negligible impedance as close as reasonably possible to the terminals provided for connecting the equipment under test.

Resistors R_1 and reactors X are adjusted so as to obtain, at the applied voltage, a current equal to the rated short-circuit breaking capacity as well as the power-factor indicated in 9.3.4.2.3.

In order to determine the short-circuit making capacity of the contactor under test from the calibration oscillogram, it is necessary to calibrate the circuit so as to ensure that the prospective making current is achieved in one of the phases.

NOTE The applied voltage is the open circuit voltage necessary to produce the specified power frequency recovery voltage (but see also Note 1 of 9.3.2.2.3).

The test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded for a duration of at least 0,1 s.

9.3.4.2.5 Test procedure

After calibration of the test circuit in accordance with 9.3.4.2.4, the temporary connections are replaced by the contactor under test, and its connecting cables, if any.

The contactor and its associated SCPD shall be mounted and connected as in normal use. They shall be connected to the circuit using a maximum of 2,4 m of cable (corresponding to the operational current) for each main circuit.

Three phase tests are considered to cover single-phase applications.

9.3.4.2.6 Interpretation of records

a) *Determination of the applied voltage and power-frequency recovery voltage*

The applied voltage and the power-frequency recovery voltage are determined from the record corresponding to the break test made with the contactor under test, and evaluated as indicated in Figure 21.

The voltage on the supply side shall be measured during the first complete cycle after arc extinction in all poles and after high frequency phenomena have subsided (see Figure 21).

b) *Determination of the prospective breaking current*

This determination is made by comparing the current curves recorded during the calibration of the circuit with those recorded during the break test of the contactor (see Figure 21).

The a.c. component of the prospective breaking current is taken as being equal to the r.m.s. value of the a.c. component of the calibration current at the instant which corresponds to the separation of the arcing contacts (value corresponding to $A_2/2\sqrt{2}$ of Figure 21, item a)). The prospective breaking current shall be the average of the prospective currents in all phases; the prospective current in any phase shall not vary from the average by more than 10 % of the average.

c) *Determination of the prospective peak making current*

The prospective peak making current is determined from the calibration record and its value shall be taken as being that corresponding to A_1 of Figure 21, item a). In the case of a three-phase test it shall be taken as the highest of the three A_1 values obtained from the record.

NOTE For tests on single-pole contactors, the prospective peak making current determined from the calibration record may differ from the value of the actual making current corresponding to the test, depending on the instant of making.

9.3.4.3 Conditional short-circuit current

9.3.4.3.1 General

The contactor and the associated SCPD shall be subjected to the tests given in 9.3.4.3.2 and 9.3.4.3.3. The tests shall be so conducted that conditions of maximum I_e and of maximum U_e are covered.

For a magnetically operated contactor, the magnet shall be held closed by a separate electrical supply at the specified control voltage. The SCPD used shall be as stated in 8.2.5. If the SCPD is a circuit-breaker with an adjustable current setting, the test shall be made with the circuit-breaker adjusted to the maximum setting.

During the test, all openings of the enclosure shall be closed as in normal service and the door or cover secured by the means provided.

A new sample may be used for each operation of the test sequences at prospective currents I_r and I_q .

9.3.4.3.2 Test at the prospective current I_r

The circuit shall be adjusted to the prospective test current corresponding to the rated operational current I_e according to Table 21.

The contactor and the associated SCPD shall then be connected to the circuit. The following sequence of operations shall be performed:

- 1) One breaking operation of the SCPD shall be performed with SCPD and the contactor closed prior to the test.
- 2) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor on to the short-circuit.

Table 21 – Value of the prospective test current according to the rated operational current

Rated operational current I_e A	Prospective current I_r kA
$0 < I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3

The power factor shall be according to Table 20 of 9.3.4.2.3.

9.3.4.3.3 Test at the rated conditional short-circuit I_q

This test is done if the current I_q is higher than the current I_r .

The circuit shall be adjusted to the prospective short-circuit I_q equal to the rated conditional short-circuit current.

If the SCPD is a fuse and the test current is within the current-limiting range of the fuse then, if possible, the fuse shall be selected to permit the maximum let through peak current I_p and I^2t .

The contactor and the associated SCPD shall then be connected to the circuit.

The following sequence of operations shall be performed:

- 1) One breaking operation of the SCPD shall be performed with SCPD and the contactor closed prior to the test.
- 2) One breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the contactor on to the short-circuit.

9.3.4.3.4 Results to be obtained

The contactor shall be considered to have passed the tests at the prospective current I_r and, where applicable, the prospective current I_q if the following conditions are met:

- A The fault current has been successfully interrupted by the SCPD and the fuse or fuse element or solid connection between the enclosure and supply shall not have melted.
- B The door or cover of the enclosure has not been blown open, and it is possible to open the door or cover. Deformation of enclosure is considered acceptable provided that the degree of protection by the enclosure is not less than IP2X.
- C There is no damage to the conductors or terminals and no conductor has been separated from the terminals.
- D There is no cracking or breaking of an insulating base to the extent that the integrity of mounting of a live part is impaired.

- E There has been no discharge of parts beyond the enclosure. Damage to the contactor is acceptable and the contactor may be unsuitable for further use.

9.3.5 Overload current withstand capability

For the test, the contactor shall be mounted, wired and operated as specified in 9.3.2.

All poles of the contactor are simultaneously subjected to one test with the overload current and duration values stated in 8.2.4.4. The test is performed at any convenient voltage and it starts with the contactor at room temperature.

After the test, the contactor shall be substantially in the same condition as before the test. This is verified by visual inspection.

NOTE The I^2t value (Joule integral) calculated from this test cannot be used to estimate the performance of the contactor under short-circuit conditions.

9.3.6 Routine tests

Routine tests are tests to which each individual contactor is subjected during or after manufacture to ascertain whether it complies with the stated requirements.

9.3.6.1 General

Routine tests shall be carried out under the same or equivalent conditions to those specified for type tests in the relevant parts of 9.1.2. However, the limits of operation in 9.3.3.2 may be verified at the prevailing ambient air temperature but a correction may be necessary to allow for the normal ambient conditions.

9.3.6.2 Operation and operating limits

Tests are carried out to verify operation within the limits specified in 8.2.1.2.

NOTE In these tests it is not necessary to reach thermal equilibrium.

9.3.6.3 Dielectric tests

Subclause 9.3.3.4.2 applies.

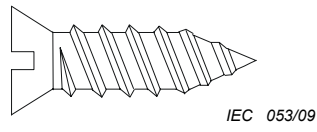


Figure 1 – Thread-forming tapping screw

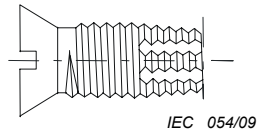


Figure 2 – Thread-cutting tapping screw

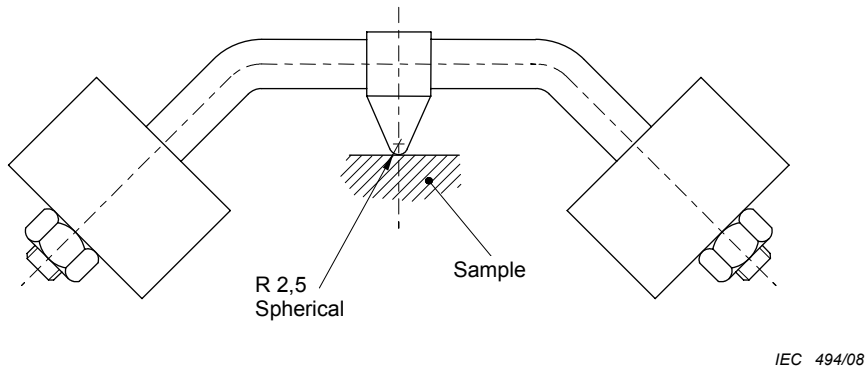
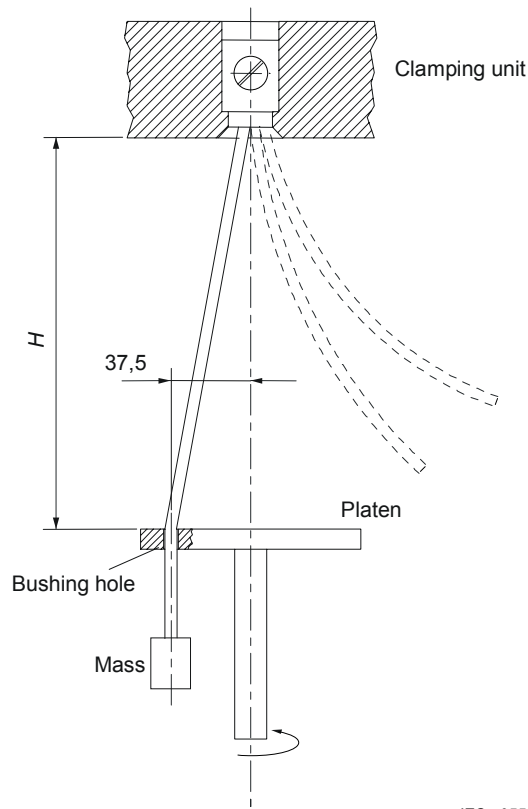
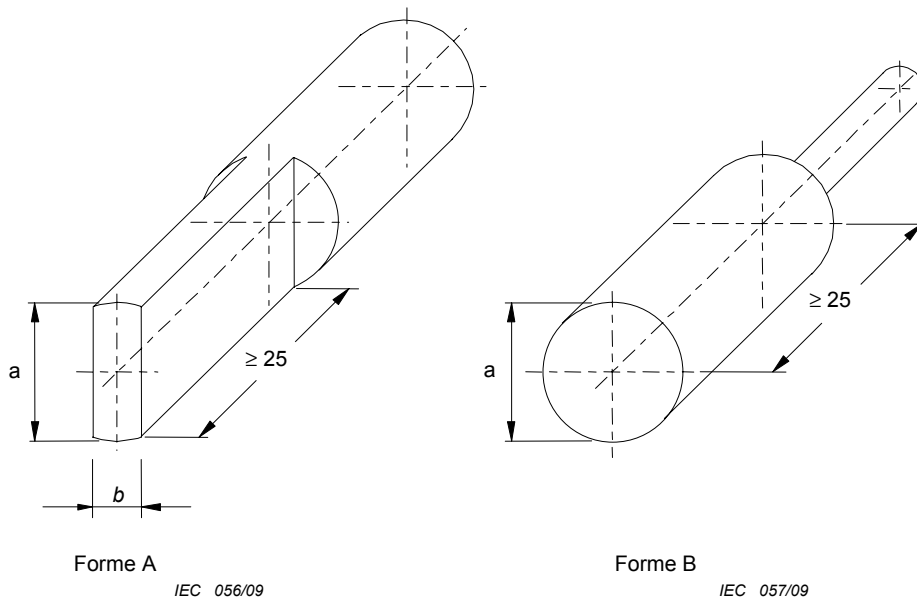


Figure 3 – Ball-pressure test apparatus (see 9.2.2.3.1)



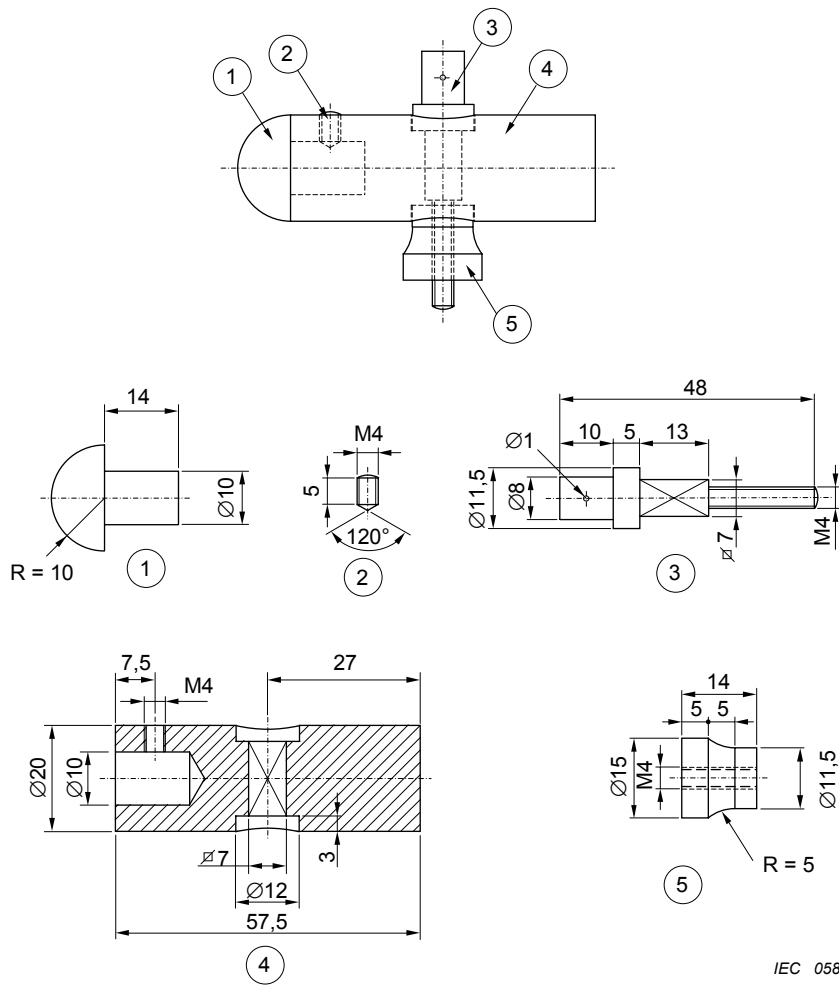
Dimensions in millimetres

Figure 4 – Test equipment for flexion test (see 9.2.5.3)



Dimensions in millimetres

Figure 5 – Gauges of form A and form B (see 9.2.5.5)

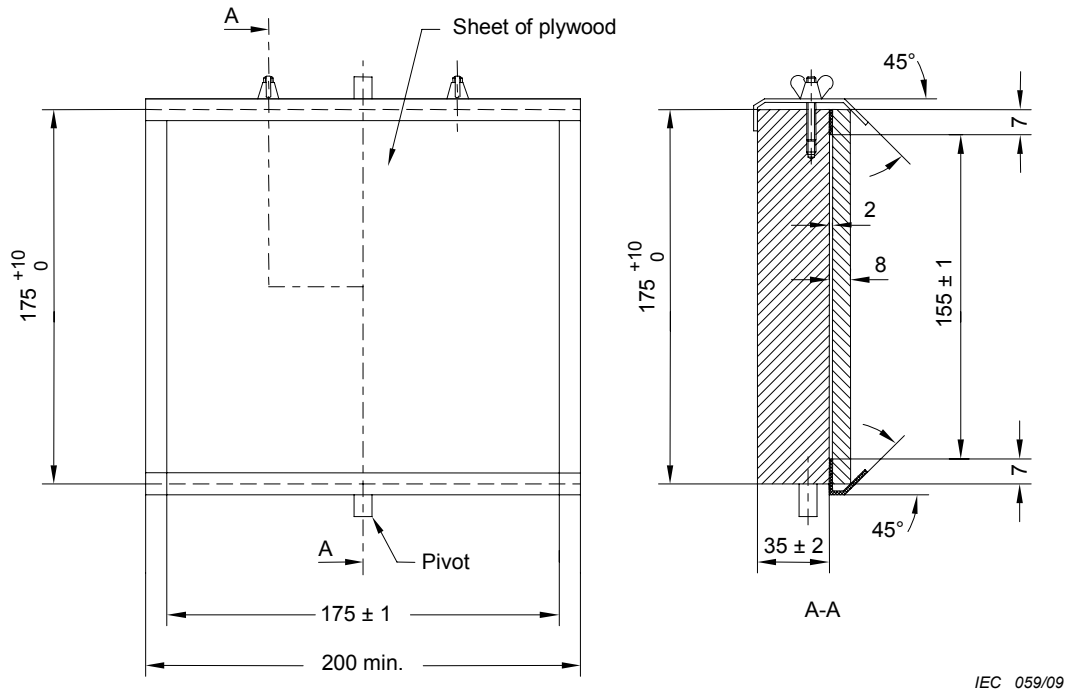


IEC 058/09

Dimensions in millimetres

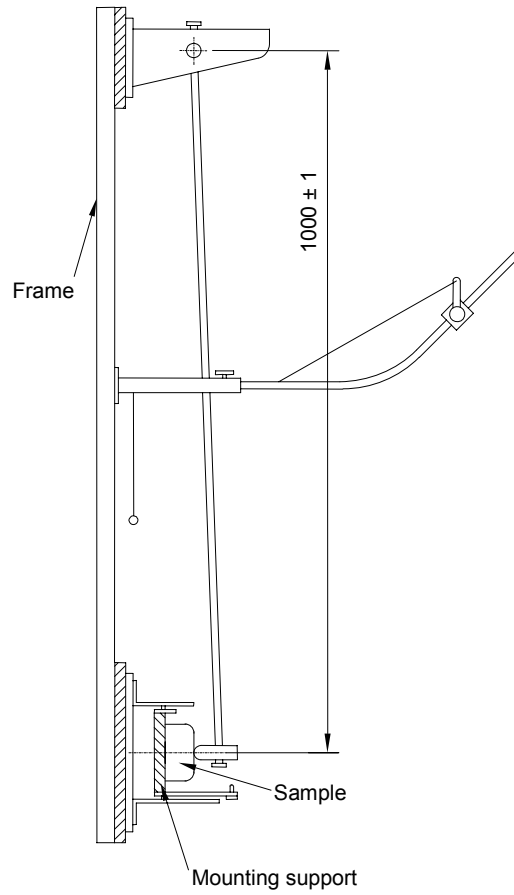
Key:
 1 Polyamide
 2, 3, 4, 5 Steel Fe 360

Figure 6 – Pendulum for mechanical impact test apparatus (striking element)
 (see 9.2.6.2.1)



Dimensions in millimetres

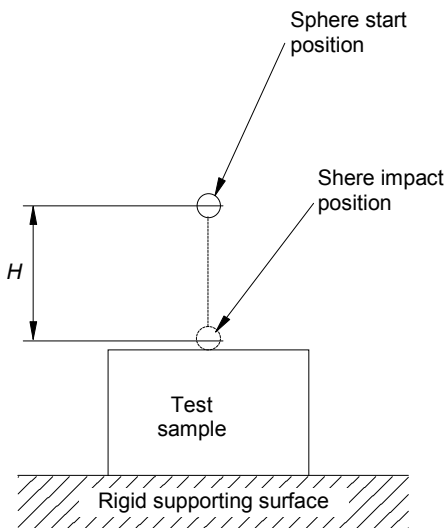
**Figure 7 – Mounting support for sample, for mechanical impact test
(see 9.2.6.2.1)**



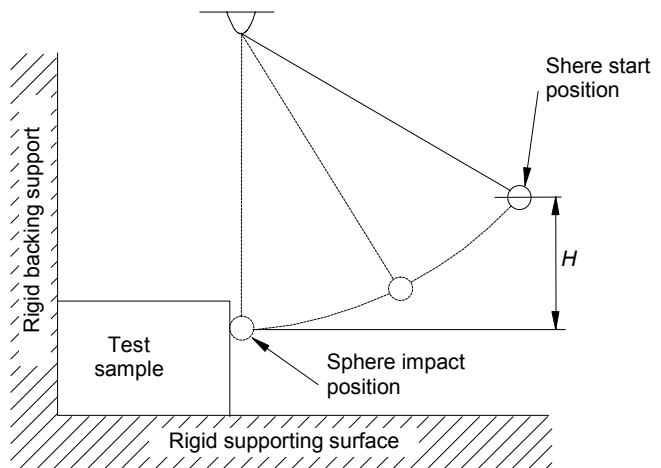
IEC 060/09

Dimensions in millimetres

Figure 8 – Pendulum hammer test apparatus (see 9.2.6.2.1)



IEC 061/09

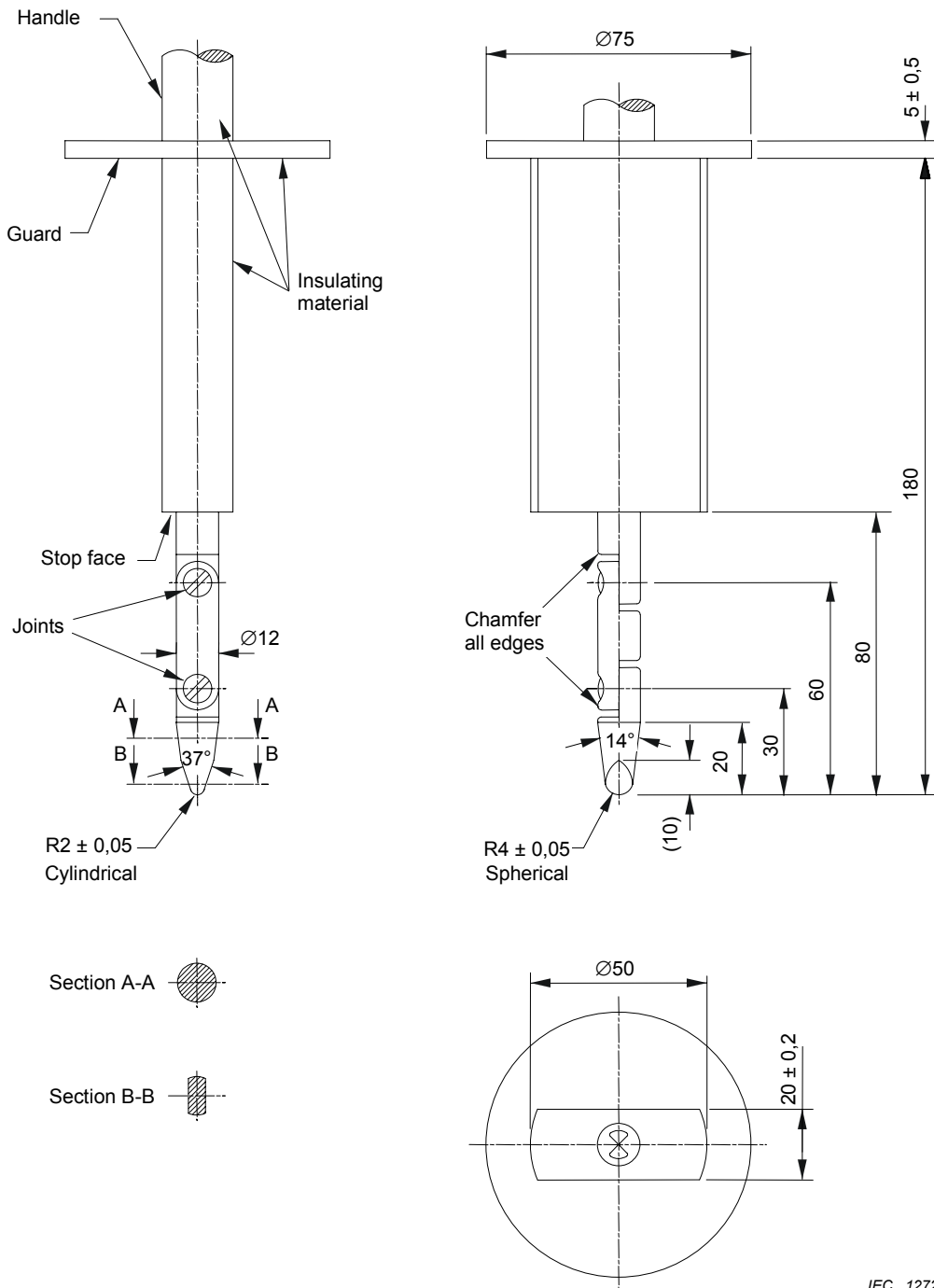


IEC 062/09

NOTE $H = 1\,300$ mm.

For the ball pendulum impact test, the sphere must contact the test sample when the cord is in the vertical position as shown.

Figure 9 – Sphere test apparatus (see 9.2.6.2.2)



IEC 1272/05

Dimensions in millimetres

Material: metal, except where otherwise specified

Linear dimensions in millimetres

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

on angles: 0/-10'

on linear dimensions:

up to 25 mm: 0/-0,05

over 25 mm: ±0,2

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a 0 to +10° tolerance.

Figure 10 – Jointed test finger (according to IEC 60529)

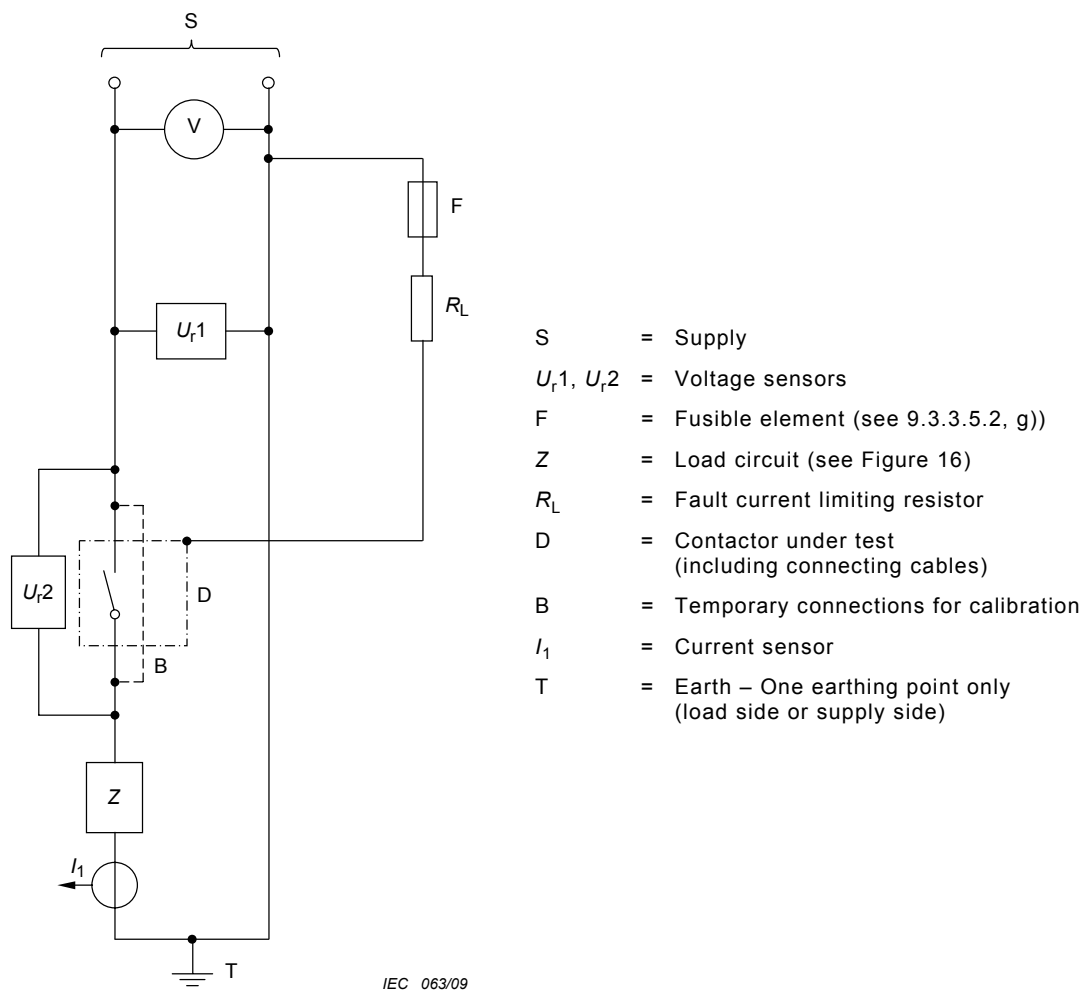
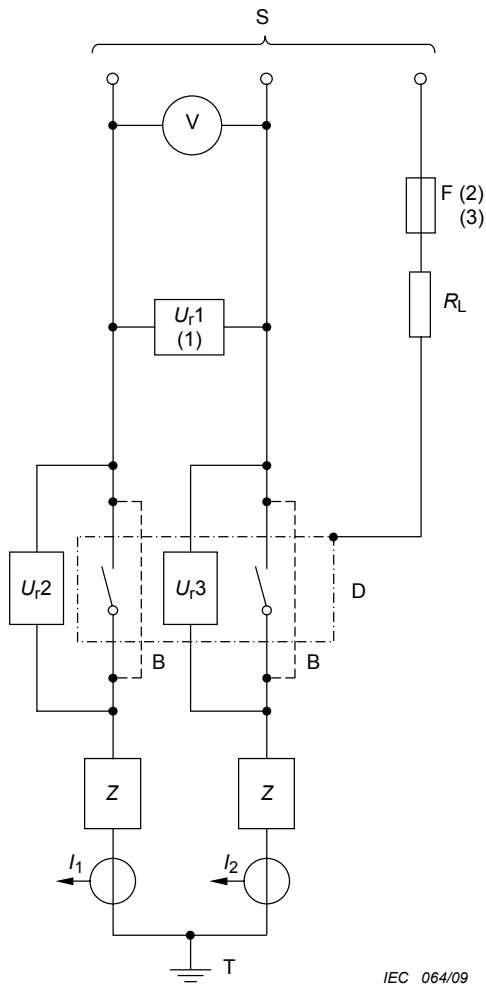


Figure 11 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.



- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Voltage sensors
- V = Voltage measuring device
- N = Neutral of supply (or artificial neutral)
- F = Fusible element (see 9.3.3.5.2. g))
- Z = Load circuit (see Figure 16)
- R_L = Fault current limiting resistor
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connections for calibration
- I_1, I_2 = Current sensors
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)

IEC 064/09

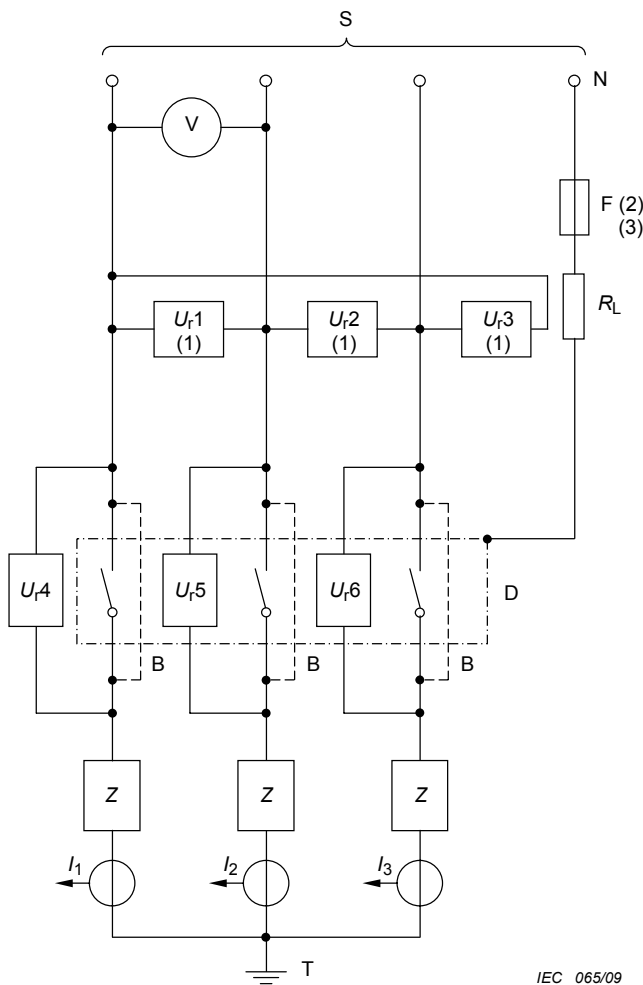
NOTE 1 U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

NOTE 2 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

NOTE 3 In the USA and Canada, F shall be connected:

- to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
- to the neutral for equipment marked with a twin voltage for U_e (see Note 1 of 6.2).

Figure 12 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.



- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Voltage sensors
- U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}
- V = Voltage measuring device
- N = Neutral of supply (or artificial neutral)
- F = Fusible element (see 9.3.3.5.2. g))
- Z = Load circuit (see Figure 16)
- R_L = Fault current limiting resistor
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connections for calibration
- I_1, I_2, I_3 = Current sensors
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)

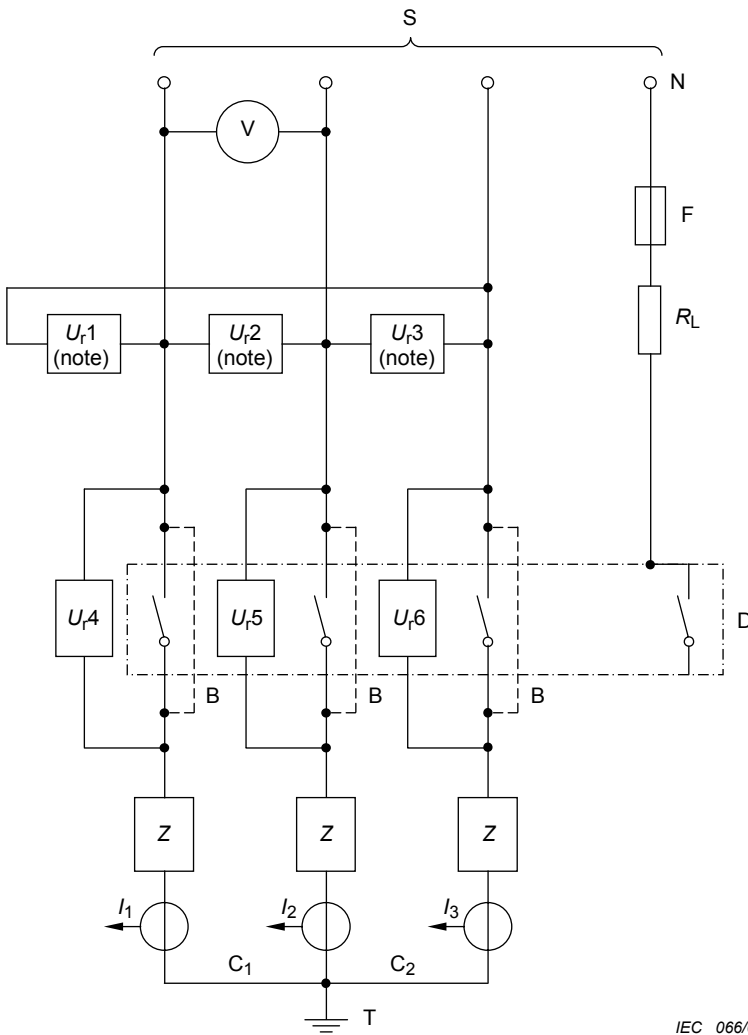
NOTE 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

NOTE 2 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

NOTE 3 In the USA and Canada, F shall be connected:

- to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
- to the neutral for equipment marked with a twin voltage for U_e (see Note 1 of 6.2).

Figure 13 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a three-pole contactor



- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Voltage sensors
- U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} = Voltage sensors
- V = Voltage measuring device
- N = Neutral of supply (or artificial neutral)
- F = Fusible element (see 9.3.3.5.2. g))
- Z = Load circuit (see Figure 16)
- R_L = Fault current limiting resistor
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connections for calibration
- I_1, I_2, I_3 = Current sensors
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)

NOTE U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

Figure 14 – Diagram of the test circuit for the verification of making and breaking capacities of a four-pole contactor

IEC 066/09

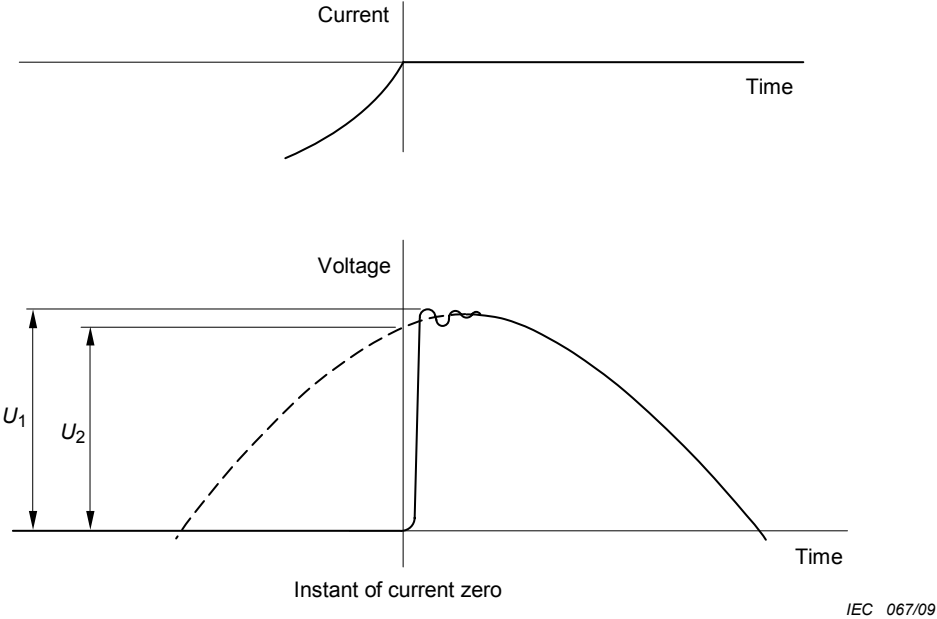
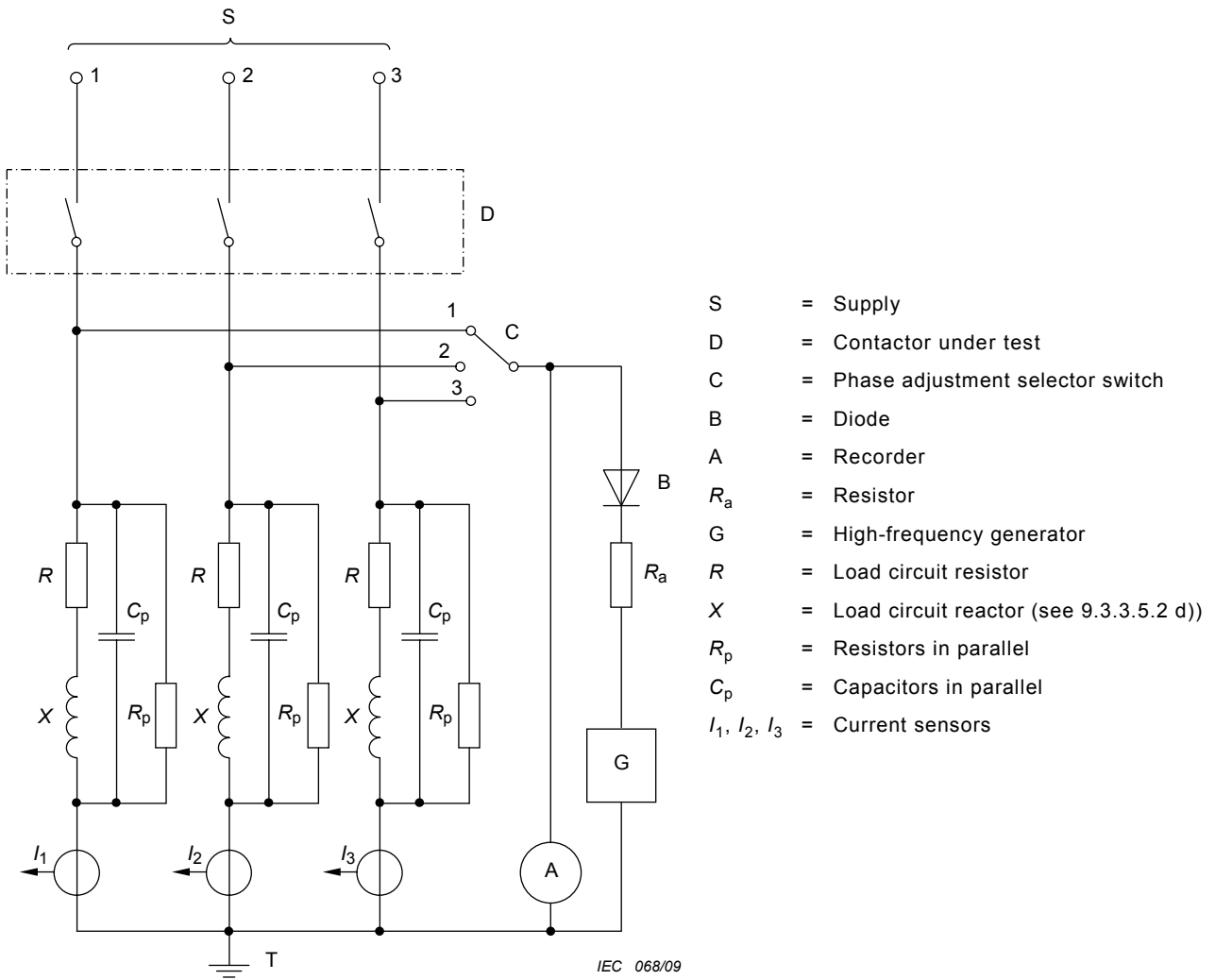
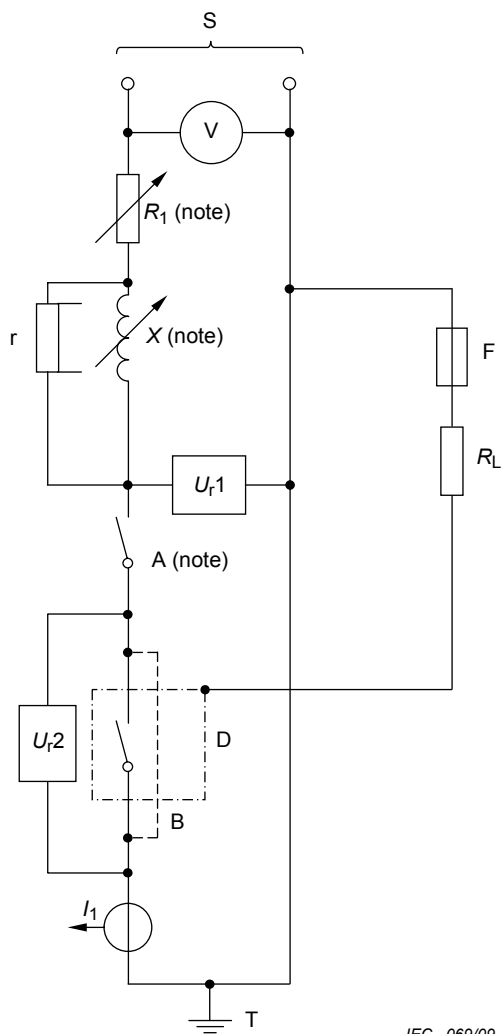


Figure 15 – Schematic illustration of the recovery voltage across contacts of the first phase to clear (see 9.3.3.5.2, e) under ideal conditions



The relative positions of the high-frequency generator (G) and of the diode (B) shall be as shown.

Figure 16 – Diagram of a load circuit adjustment method

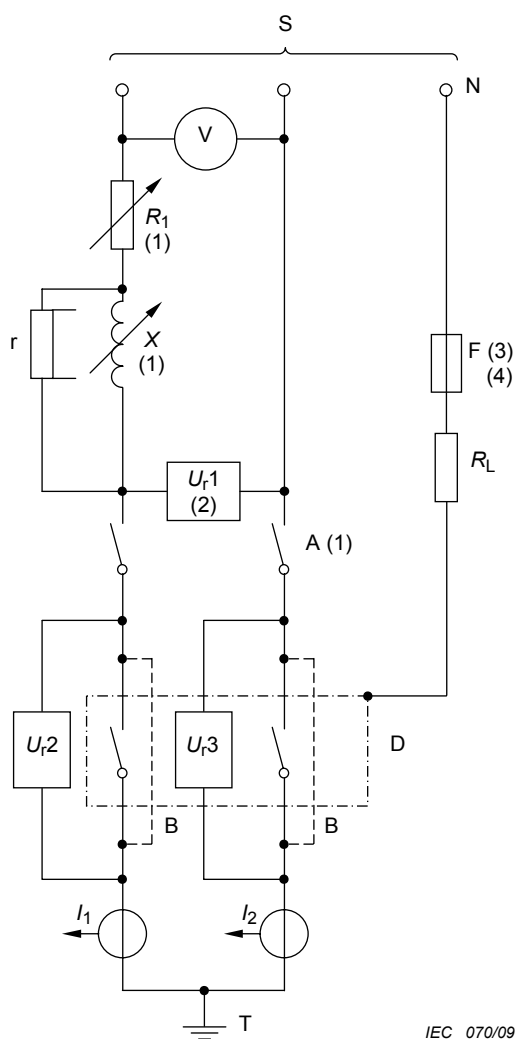


- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2} = Voltage sensors
- V = Voltage measuring device
- A = Closing device
- R_1 = Adjustable resistor
- F = Fusible element (see 9.3.4.2.2 d))
- X = Adjustable reactor
- R_L = Fault current limiting resistor
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connection for calibration
- I_1 = Current sensor
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)
- r = Shunt resistor (see 9.3.4.2.2 b))

IEC 069/09

NOTE Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

Figure 17 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a single-pole contactor on single-phase a.c.



- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Voltage sensors
- V = Voltage measuring device
- A = Closing device
- R_1 = Adjustable resistor
- N = Neutral of supply (or artificial neutral)
- F = Fusible element (see 9.3.4.2.2 d))
- X = Adjustable reactor
- R_L = Fault current limiting resistor
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connection for calibration
- I_1, I_2 = Current sensors
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)
- r = Shunt resistor (see 9.3.4.2.2 b))

IEC 070/09

NOTE 1 Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

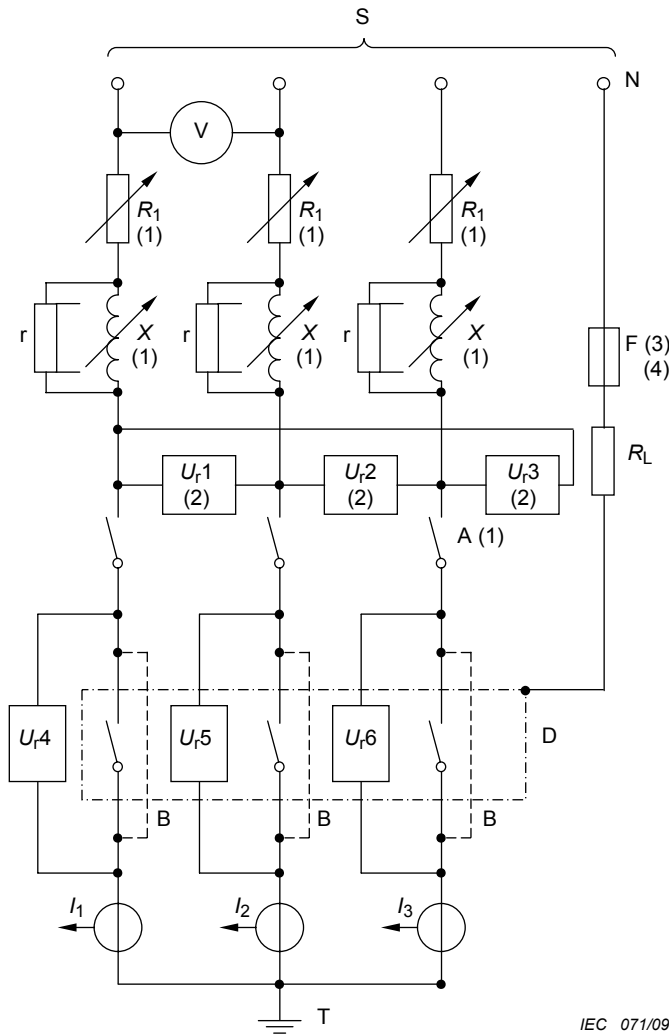
NOTE 2 U_{r1} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

NOTE 3 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

NOTE 4 In the USA and Canada, F shall be connected:

- to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
- to the neutral for equipment marked with a twin voltage for U_e (see Note 1 to 6.2).

Figure 18 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a two-pole contactor on single-phase a.c.



S	= Supply
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	= Voltage sensors
U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}	
V	= Voltage measuring device
A	= Closing device
R_1	= Adjustable resistor
N	= Neutral of supply (or artificial neutral)
F	= Fusible element (see 9.3.4.2.2 d))
X	= Adjustable reactor
R_L	= Fault current limiting resistor
D	= Contactor under test (including connecting cables)
B	= Temporary connection for calibration
I_1, I_2, I_3	= Current sensors
T	= Earth – One earthing point only (load side or supply side)
r	= Shunt resistor (see 9.3.4.2.2 b))

IEC 071/09

NOTE 1 Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

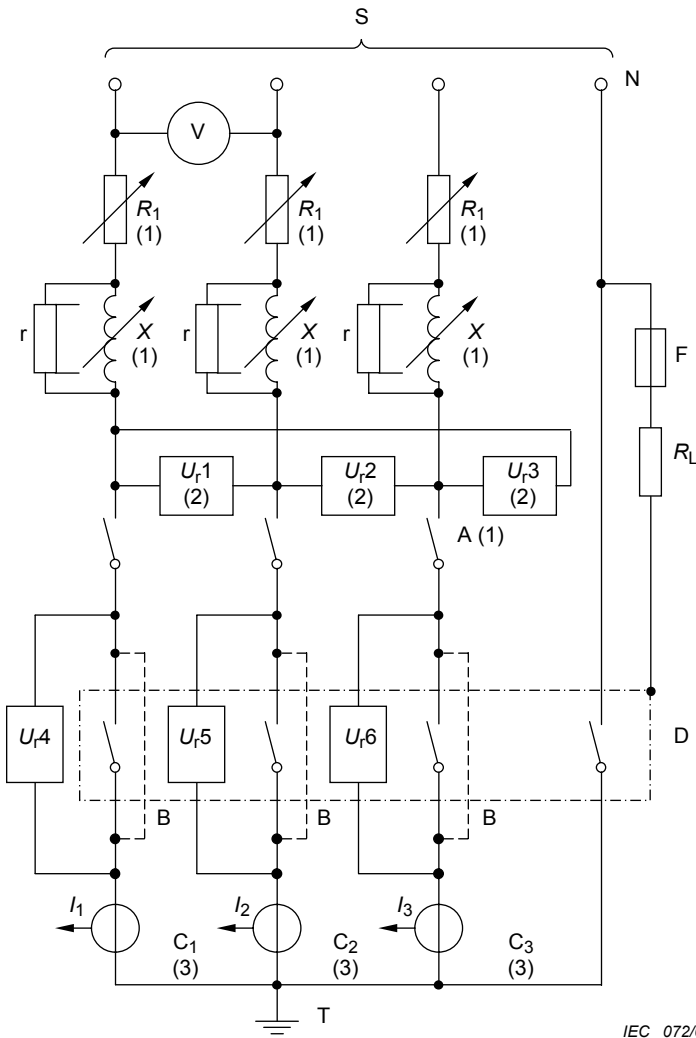
NOTE 2 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

NOTE 3 In the case of equipment intended for use in phase-earthed systems or if this diagram is used for the test of the neutral and adjacent pole of a 4-pole equipment, F shall be connected to one phase of the supply.

NOTE 4 In the USA and Canada, F shall be connected:

- to one phase of the supply for equipment marked with a single value of U_e
- to the neutral for equipment marked with a twin voltage for U_e (see Note 1 to 6.2).

Figure 19 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a three-pole contactor



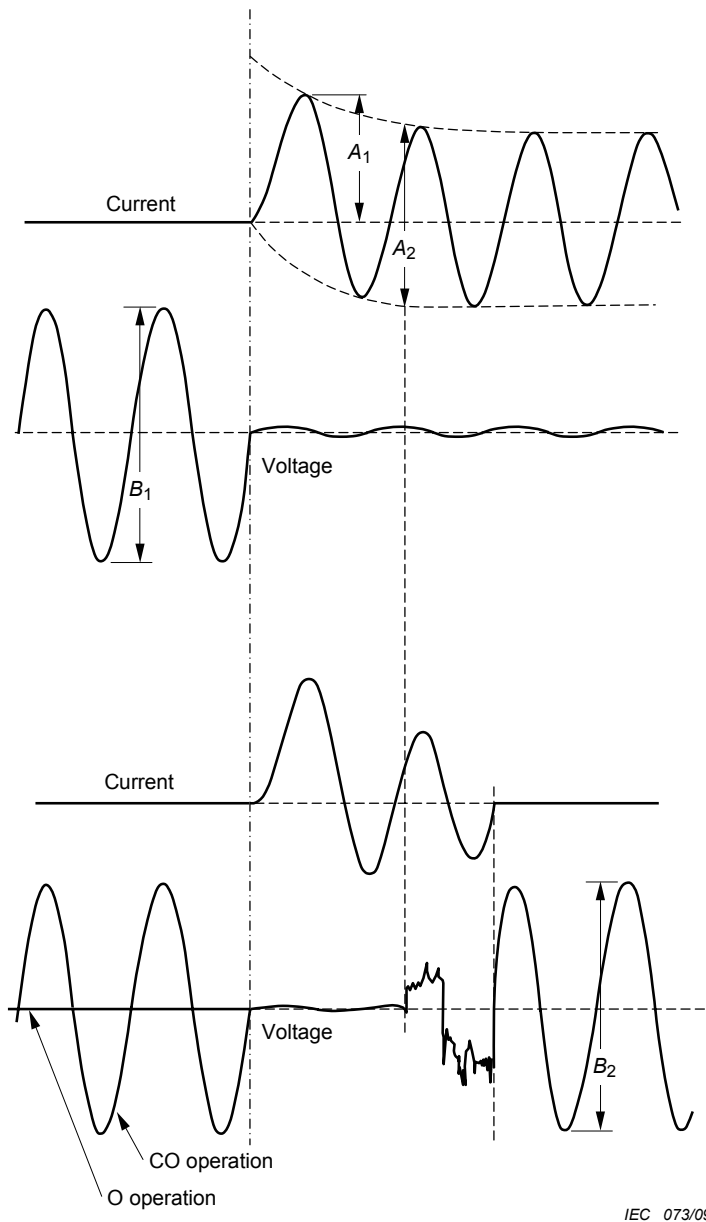
- S = Supply
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Voltage sensors
- U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} = Voltage sensors
- V = Voltage measuring device
- R_1 = Adjustable resistor
- N = Neutral of supply
- F = Fusible element (see 9.3.4.2.2 d))
- X = Adjustable reactor
- R_L = Fault current limiting resistor
- A = Closing device
- D = Contactor under test (including connecting cables)
- B = Temporary connection for calibration
- I_1, I_2, I_3 = Current sensors
- T = Earth – One earthing point only (load side or supply side)
- r = Shunt resistor (see 9.3.4.2.2 b))

NOTE 1 Adjustable loads X and R_1 may be located either on the high voltage side or on the low voltage side of the supply circuit, the closing device A being located on the low voltage side.

NOTE 2 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} may, alternatively, be connected between phase and neutral.

NOTE 3 If an additional test is required between the neutral pole and the adjacent pole, the connections C1 and C2 are omitted.

Figure 20 – Diagram of the test circuit for the verification of short-circuit making and breaking capacities of a four-pole contactor



- a) = Calibration of circuit
- A_1 = Prospective peak making current
- $\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ = Prospective symmetrical breaking current (r.m.s. value)
- $\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ = Applied voltage (r.m.s. value)
- b) = O or CO operation
- $\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$ = Supply voltage (r.m.s. value)

IEC 073/09

Making capacity (peak value) = A_1^*

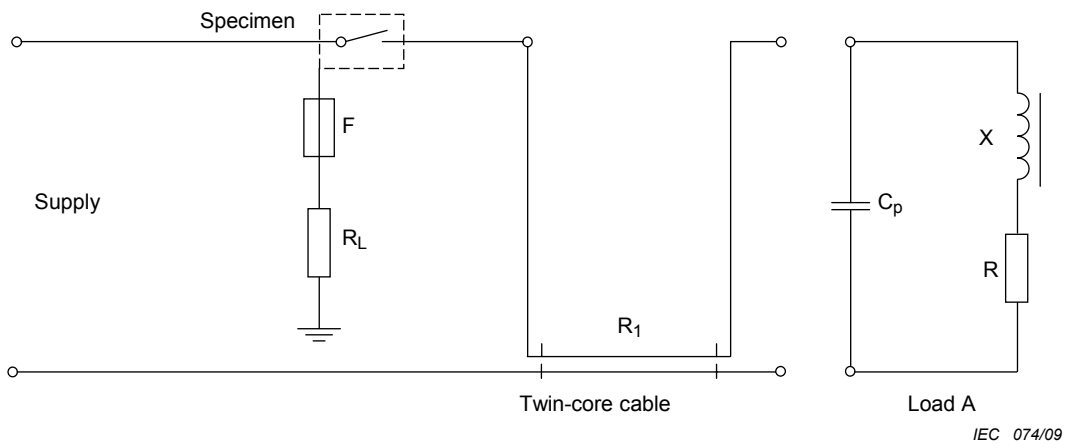
Breaking capacity (r.m.s. value) = $\frac{A_2^*}{2\sqrt{2}}$

NOTE 1 The amplitude of the voltage trace, after initiation of the test current, varies according to the relative positions of the closing device, the adjustable impedances, the voltage sensors and according to the test circuit diagram.

NOTE 2 It is assumed that the instant of making is the same for calibration and test.

* See 9.3.4.2.6 b).

Figure 21 – Example of short-circuit making and breaking test record in the case of a single-pole contactor on single-phase a.c.



Key

- F = Fuse
- R_L , R₁ , R = Resistors
- X = Inductor
- C_p = Capacitor

Figure 22 – Diagram of the test circuit for making and breaking verification for utilization category AC-7c

Annex A (normative)

Terminal marking and distinctive number

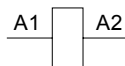
A.1 General

The purpose of identifying terminals of contactors is to provide information regarding the function of each terminal, or its location with respect to other terminals, or for other use.

A.2 Terminal marking of impedances (alphanumerical)

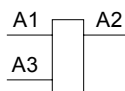
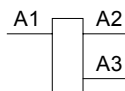
A.2.1 Coils

A.2.1.1 The two terminals of a coil for an electromagnetically operated drive shall be marked by A1 and A2.

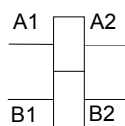


A.2.1.2 For a coil with tapplings, the terminals of the tapplings are marked in sequential order A3, A4, etc.

Examples:



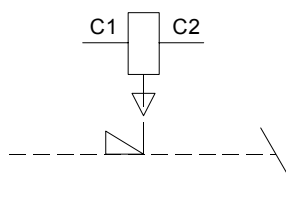
A.2.1.3 For a coil having two windings, the terminals of the first winding shall be marked A1, A2 and of the second winding B1, B2.



A.2.2 Electromagnetic releases

A.2.2.1 Shunt release

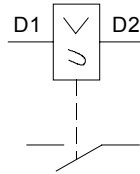
The two terminals of a shunt release shall be marked C1 and C2.



NOTE For a device with two shunt releases (for example with different ratings), the terminals of the second release should be marked preferably C3 and C4.

A.2.2.2 Under-voltage release

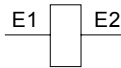
The two terminals of a coil intended to be used exclusively as an under-voltage release shall be marked D1 and D2.



NOTE For a device with two shunt releases (for example with different ratings), the terminals of the second release should be marked preferably D3 and D4.

A.2.3 Interlocking electromagnets

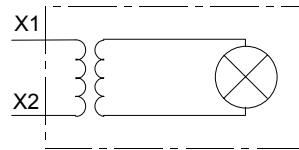
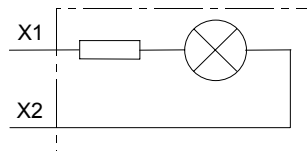
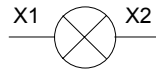
The two terminals of an interlocking electromagnet shall be marked E1 and E2.



A.2.4 Indicating light devices

The two terminals of an indicating light device shall be marked X1 and X2.

Examples:



NOTE The term "indicating light devices" includes any incorporated resistor or transformer.

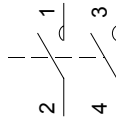
A.3 Terminal marking of contact elements for contactors with two positions (numerical)

A.3.1 Contact elements for main circuits (main contact elements)

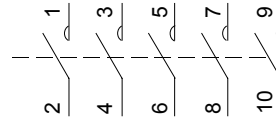
The terminals of main switching elements are identified by single figure numbers.

Each terminal marked by an odd number is associated with that terminal marked by the following even number.

Examples :



Two main contact elements



Five main contact elements

When a contactor has more than five main contact elements, alphanumerical marking shall be chosen, according to IEC 60445.

A.3.2 Contact elements for auxiliary circuit (auxiliary contact elements)

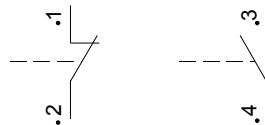
A.3.2.1 General

The terminals of auxiliary contact elements are identified by two-figure numbers:

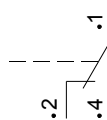
- the figure of the units is a function number;
- the figure of the tens is a sequence number.

A.3.2.2 Function number

A.3.2.2.1 Function numbers 1 and 2 are allocated to break-contact elements and functions 3 and 4 to make-contact elements.



The terminals of change-over contact elements are marked by the function numbers 1, 2 and 4.



NOTE The definitions of break-contact element and make-contact element are given in IEC 60050-441.

A.3.2.2.2 Auxiliary contact elements with special functions, such as time-delayed auxiliary contact elements, are identified by the function numbers 5 and 6, 7 and 8 for break-contact elements and make-contact elements respectively.

Examples:

Break-contact delayed on closing



Make-contact delayed on closing



The terminals of change-over contact elements with special functions are marked by the function numbers 5, 6 and 8.

Example:

Change-over contact delayed in both directions

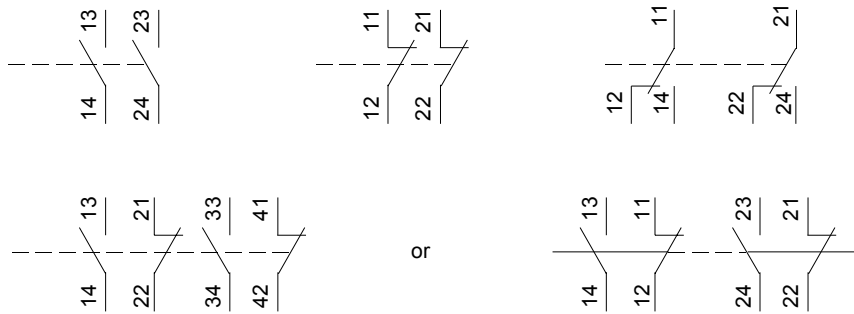


A.3.2.3 Sequence number

A.3.2.3.1 Terminals belonging to the same contact elements are marked with the same sequence numbers.

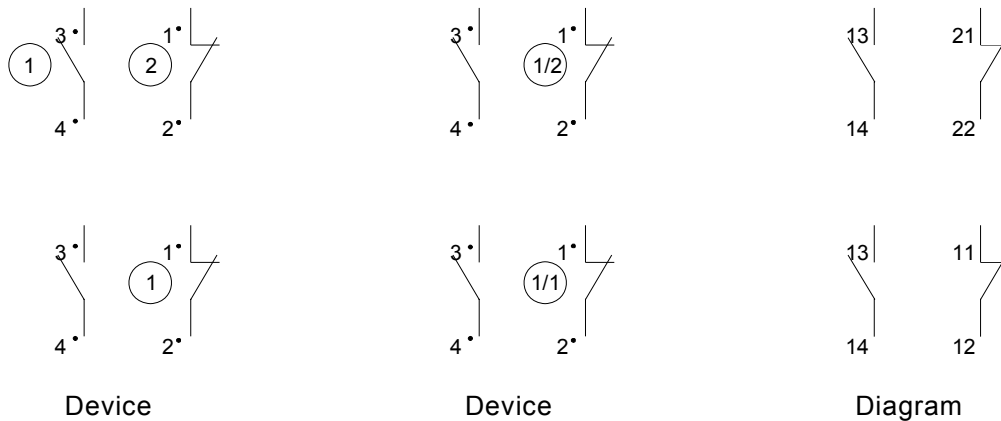
All contact elements having the same function shall have different sequence numbers.

Examples:



A.3.2.3.2 The sequence number may be omitted from the terminals only if additional information provided by the manufacturer or the user clearly gives such a number.

Examples:



Device

Device

Diagram

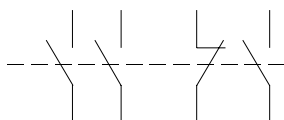
NOTE The dots shown in the examples of A.3.2 are merely used to show the relationship and do not need to be used in practice.

A.4 Distinctive number

A device with a fixed number of make-contact elements and break-contact elements may be allocated a two-figure distinctive number.

The first figure indicates the number of make-contact elements and the second figure the number of break-contact elements.

Distinctive number 31



Annex B (normative)

Test sequences and number of samples

B.1 Test sequences

The tests are made according to Table B.1, where the tests in each sequence are carried out in the order indicated.

Table B.1 – Test sequences

Test sequences	Subclauses	Tests or inspections
A	9.3.3.3 9.3.3.2 9.3.3.5	Temperature-rise limits Operation and operating limits Rated making and breaking capacities ^c
B	9.3.3.4 9.3.3.6	Dielectric properties ^{a, c} Conventional operational performance
C	9.2.2.2 9.3.5 9.2.2.5	Resistance to humidity Ability to withstand overload currents Resistance to rusting
D	9.2.7 9.2.6 9.3.3.4	Durability of marking Resistance to impact Verification of clearances when necessary and verification of creepage distances
E	9.2.5 9.2.3 9.2.2.3 9.2.2.4 9.2.2.6	Mechanical properties of terminals Screws, nuts, current carrying parts Resistance to heat Resistance to abnormal heat and fire hazard Resistance to tracking ^b
F	9.2.2.1 9.2.4	Resistance to ageing Degrees of protection
G	9.3.4	Performance under short-circuit conditions
^a Dielectric withstand test only, without measurement of clearances and creepage distances. ^b In case where no tests on specimen of insulating materials are available. ^c Test 9.3.3.5 in test sequence A and test 9.3.3.4 in test sequence B may be inverted at the manufacturer's option.		

B.2 Number of samples

The number of samples to be submitted to the different test sequences are those indicated in the following Table B.2.

The samples required for a test sequence are submitted to all the tests of this test sequence and the requirements are met if all the tests are satisfied.

If only one of the samples does not satisfy a test in a given test sequence due to an assembly or manufacturing fault, which is not representative of the design, that test and any preceding ones which may have influenced the results of the test, shall be repeated on another full set of samples. Requirements are met if all the repeated tests are satisfied.

Table B.2 – Number of samples to be tested

Test sequences	Number of samples
A	3
B	3
C	1
D	1
E	1
F	1
G	4 ^a

^a One sample may be used for each operation if necessary (see 9.3.4.3).

Annex C (normative)

Description of a method for adjusting the load circuit

To adjust the load circuit to obtain the characteristics prescribed in 9.3.3.5.3 several methods may be applicable in practice. One of them is described below.

The principle is illustrated in Figure 16.

The oscillatory frequency f of the transient recovery voltage and the value of the factor γ are essentially determined by the natural frequency and the damping of the load circuit. Since these values are independent of the voltage and frequency applied to the circuit, the adjustment can be made by energizing the load circuit from an a.c. power supply, the voltage and frequency of which may be different from those of the supply source utilized for the test of the contactor. The circuit is interrupted at a current zero by a diode, and the oscillations of the recovery voltage are observed on the screen of a cathode-ray oscilloscope, the sweep of which is synchronized with the frequency of the power supply (see Figure C.1).

To permit reliable measurements to be made, the load circuit is energized by means of a high-frequency generator G giving a voltage suitable for the diode. The frequency of the generator is chosen equal to:

- a) 2 kHz for test currents up to and including 1 000 A;
- b) 4 kHz for test currents higher than 1 000 A.

Connected in series with the generator are:

- a dropping resistor having a resistance value R_a high with respect to the load circuit impedance ($R_a \geq 10 Z$, where $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ and where ω is $2\pi \times 2\,000\text{ s}^{-1}$ or $2\pi \times 4\,000\text{ s}^{-1}$ for cases a) and b) respectively;
- an instantaneously blocking switching diode B; switching diodes commonly used in computers such as diffused junction silicon switching diodes of not over 1 A forward rated current are suitable for this application.

Due to the value of frequency of the generator G, the load circuit is practically purely inductive and, at the instant of current zero, the applied voltage across the load circuit will be at its peak value. To ensure that the components of the load circuit are suitable, it must be checked on the screen that the curve of the transient voltage at its initiation (point A in Figure C.1) has a practically horizontal tangent.

The actual value of the factor γ is the ratio U_{11}/U_{12} ; U_{11} is read on the screen, U_{12} is read between the ordinate of point A and the ordinate of the trace when the load circuit is no longer energized by the generator (see Figure C.1).

When observing the transient voltage in the load circuit with no resistor R_p or capacitor C_p in parallel, one reads on the screen the natural oscillatory frequency of the load circuit. Care should be taken that the capacitance of the oscilloscope or of its connecting leads does not influence the resonant frequency of the load circuit.

If that natural frequency exceeds the upper limit of the required value f , the suitable values of frequency and factor γ can be obtained by connecting in parallel capacitors C_p and resistors R_p of appropriate values. The resistors R_p shall be practically non-inductive.

It is recommended that, as a first step, each of the three phases of the load circuit be adjusted separately. The adjustment is then completed by successively connecting, in each

possible combination, the high-frequency generator to one phase in series with the other two in parallel as shown in Figure 16; the adjustment is refined if necessary so that the specified values of f and γ are obtained in each combination.

NOTE 1 A higher value of frequency obtained from the generator G facilitates the observation on the screen and improves the resolution.

NOTE 2 Other methods of determining frequency and factor γ (such as the impression of a square-wave current on the load circuit) may also be used.

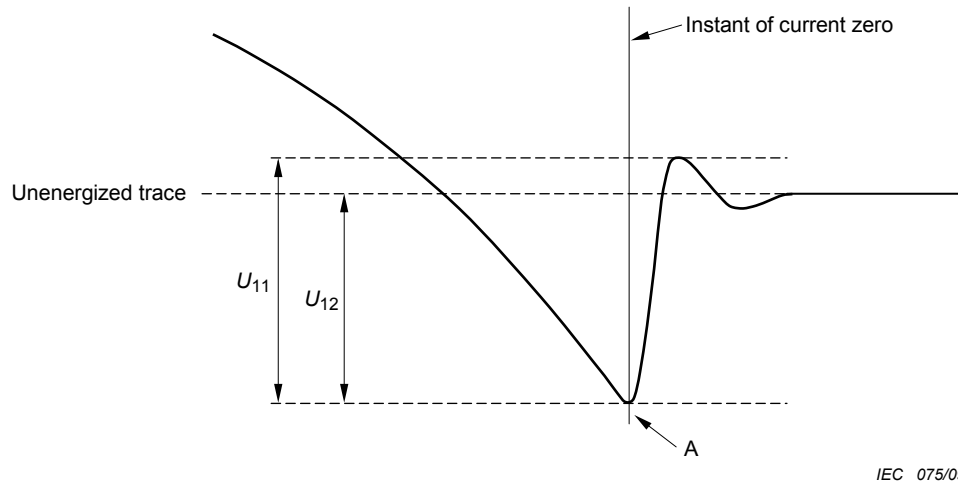


Figure C.1 – Determination of the actual value of the factor γ

Annex D (normative)

Determination of short-circuit power-factor

D.1 General

There is no method by which the short-circuit power-factor can be determined with precision, but for the purpose of this standard, the determination of the power-factor of the test circuit may be made by one of the following methods.

NOTE Other methods for determining the short-circuit power-factor are under consideration.

D.2 Method I – Determination from d.c. component

The angle φ may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows:

1. To determine the time-constant L/R from the formula for the d.c. component.

The formula for the d.c. component is:

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of the d.c. component at the instant t ;
- I_{d0} is the value of the d.c. component at the instant taken as time origin ;
- L/R is the time-constant of the circuit, in seconds ;
- t is the time, in seconds, taken from the initial instant ;
- e is the base of Napierian logarithms.

The time-constant L/R can be determined by:

- a) measuring the value of I_{d0} at the instant of short-circuit and the value of i_d at another instant t before contact separation,
- b) determining the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by I_{d0} ,
- c) determining the value of $-\chi$ corresponding to the ratio i_d/I_{d0} , from a table of values of e^{-x} .

The value χ represents Rt/L , from which R/L is obtained.

2. To determine the angle φ from: $\varphi = \arctan(\omega L/R)$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers, except if suitable precautions are taken to eliminate errors due to:

- the time-constant of the transformer and its burden in relation to that of the primary circuit;
- magnetic saturation which can result from the transient flux conditions combined with possible remanence.

D.3 Method II – Determination with pilot generator

When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

The difference between the phase angles between pilot generator voltage and main generator voltage on the one hand, and pilot generator voltage and test generator current on the other hand, gives the phase angle between the voltage and current of the test generator, from which the power-factor can be determined.

Annex E (normative)

Measurement of creepage distances and clearances

E.1 Basic principles

The widths X of grooves specified in Figures E.2 to E.12 basically apply to all examples as a function of pollution degree as follows:

Pollution degrees	Minimum values of width X of grooves mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5
4	2,5

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum groove width may be reduced to one-third of this clearance.

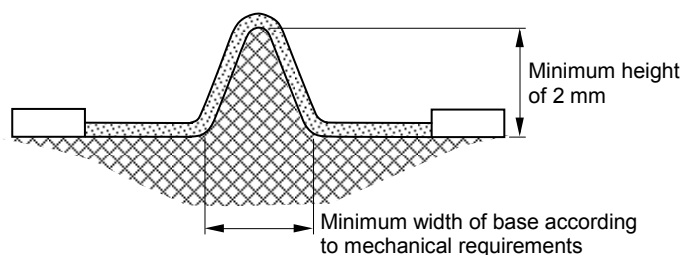
The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in the following Figures E.2 to E.12. These examples do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

Furthermore:

- any corner is assumed to be bridged with an insulating link of X mm width moved into the most unfavourable position (see Figure E.4);
- when the distance across the top of a groove is X mm or more, a creepage distance is measured along the contours of the groove (see Figure E.3);
- creepage distances and clearances measured between parts moving in relation to each other are measured when these parts are in their most unfavourable positions.

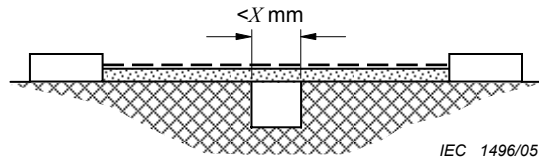
E.2 Use of ribs

Because of their influence on contamination and their better drying-out effect, ribs decrease considerably the formation of leakage current. Creepage distances can therefore be reduced to 0,8 times the required value, provided the minimum height of the ribs is 2 mm.



IEC 076/09

Figure E.1 – Measurement of ribs

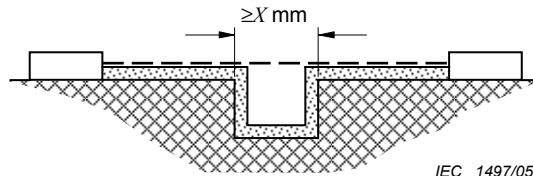


IEC 1496/05

Condition: This creepage distance path includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X mm.

Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown.

Figure E.2 – Creepage distance example 1

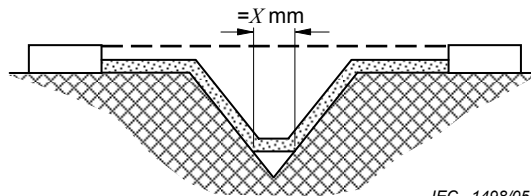


IEC 1497/05

Condition: This creepage distance path includes a parallel-sided groove of any depth and a width equal to or more than X mm.

Rule: Clearance is the "line-of-sight" distance. Creepage distance path follows the contour of the groove.

Figure E.3 – Creepage distance example 2



IEC 1498/05

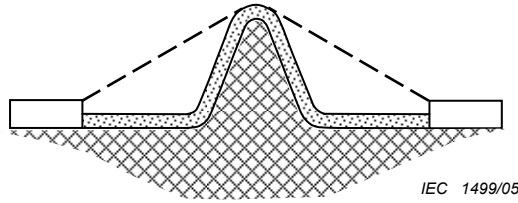
Condition: This creepage distance path includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

Rule: Clearance is the "line-of-sight" distance. Creepage distance path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X mm link.

Figure E.4 – Creepage distance example 3

----- Clearance

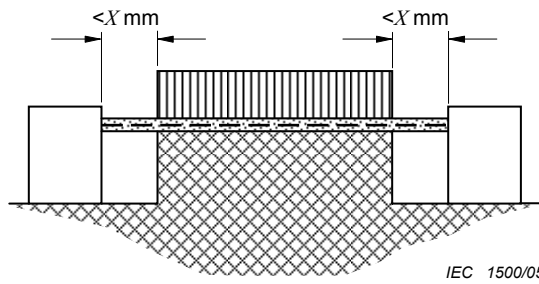
▨ Creepage distance



Condition: This creepage distance path includes a rib.

Rule: Clearance is the shortest air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

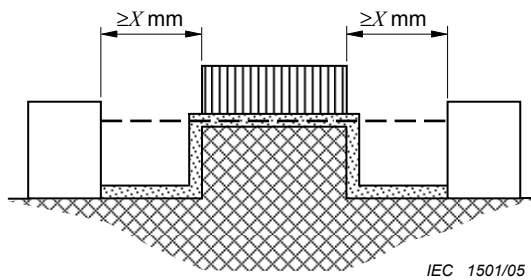
Figure E.5 – Creepage distance example 4



Condition: This creepage distance path includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on each side.

Rule: Creepage distance and clearance path is the "line-of-sight" distance shown.

Figure E.6 – Creepage distance example 5



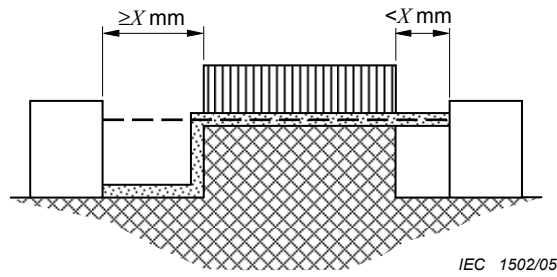
Condition: This creepage distance path includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide on each side.

Rule: Clearance is the "line-of-sight" distance. Creepage distance path follows the contour of the grooves.

Figure E.7 – Creepage distance example 6

----- Clearance

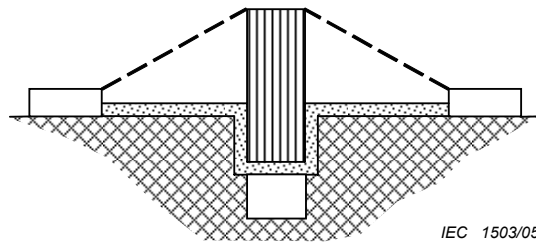
▨ Creepage distance



Condition: This creepage distance path includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance and creepage distance paths are as shown.

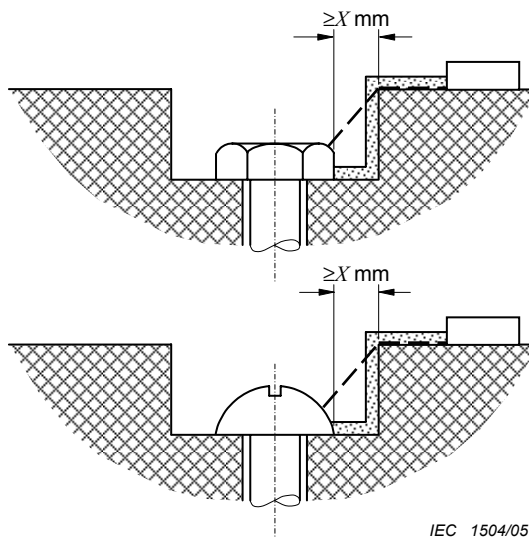
Figure E.8 – Creepage distance example 7



Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier.

Figure E.9 – Creepage distance example 8



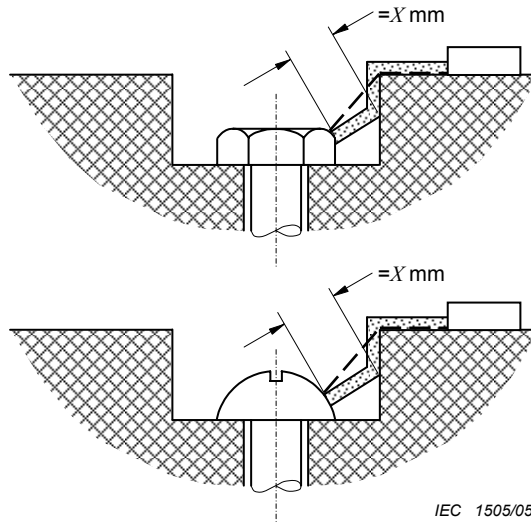
Condition: Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

Rule: Clearance and creepage distance paths are as shown.

Figure E.10 – Creepage distance example 9

----- Clearance

▨ Creepage distance

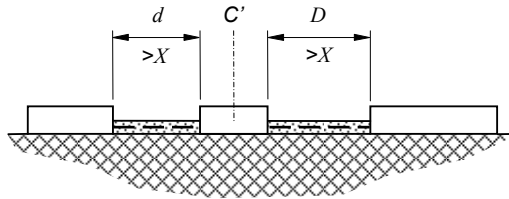


IEC 1505/05

Condition: Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Rule: Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to X mm.

Figure E.11 – Creepage distance example 10



C' Floating part


IEC 077/09

Clearance is the distance = $d + D$

Creepage distance is also = $d + D$

Figure E.12 – Creepage distance example 11

----- Clearance

 Creepage distance

Annex F (normative)

Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of a contactor

This annex is intended to give the necessary information concerning the choice of a contactor for use in a circuit within an electrical system or part thereof.

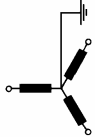
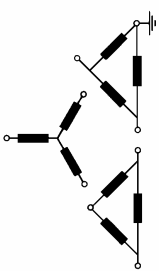


Table F.1 provides examples of the correlation between supply system voltages and the corresponding rated impulse withstand voltage of a contactor.

The values of rated impulse withstand voltage given in Table F.1 are based on the performance characteristics of surge arresters.

It should also be recognized that control of over-voltages with respect to the values in Table F.1 can also be achieved by conditions in the supply system such as the existence of a suitable impedance or cable feed.

In such cases where the control of over-voltages is achieved by means other than surge arresters, guidance for the correlation between the nominal supply system voltage and the equipment rated impulse withstand voltage is given in IEC 60364-4-44.

Table F.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the contactor rated impulse withstand voltage, in case of over-voltage protection by surge-arresters according to IEC 60099-1

Maximum value of rated operational voltage to earth a.c. r.m.s. or d.c. V	Nominal voltage of the supply system (≤ rated insulation voltage of the equipment)				Preferred values of rated impulse withstand voltage (1,2/50 μs) at 2 000 m kV			
	 a.c. r.m.s. V	 a.c. r.m.s. V	 a.c. r.m.s. or d.c. V	 a.c. r.m.s. or d.c. V	IV Origin of installation (service entrance) level	III Distribution circuit level	II Load (appliance, equipment) level	I Specially protected level
50	–	–	12,5, 24, 25 30, 42, 48	60-30	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	60	–	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	110, 120	220-110, 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220	440-220	6	4	2,5	1,5

Annex G (normative)

Hot wire ignition test

G.1 Five samples of each material shall be tested. The samples shall be 150 mm long by 13 mm wide and of uniform thickness representing the thinnest section of the part.

Edges shall be free from burrs, fins, etc.

G.2 A 250 mm \pm 5 mm length of nichrome wire (80 % nickel, 20 % chromium, iron free) approximately 0,5 mm diameter and having a cold resistance of approximately 5,28 Ω /m shall be used. The wire shall be connected in a straight length to a variable source of power which is adjusted to cause a power dissipation of 0,26 W/mm in the wire for a period of 8 s to 12 s. After cooling, the wire shall be wrapped around a sample to form five complete turns spaced 6 mm apart.

G.3 The wrapped sample shall be supported in a horizontal position and the ends of the wire connected to the variable power source which is again adjusted to dissipate 0,26 W/mm in the wire (see Figure G.1).

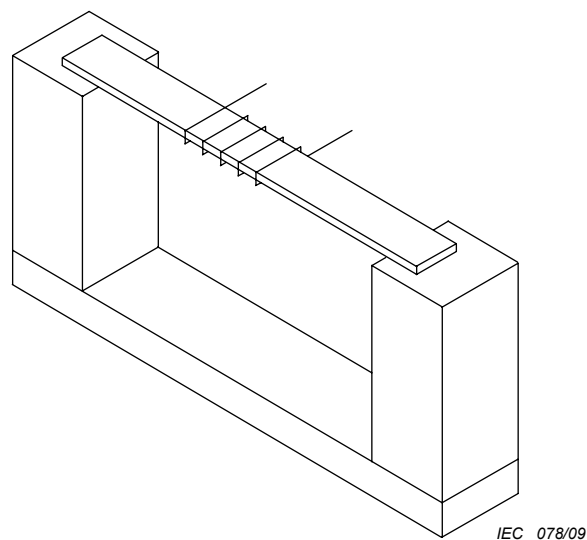


Figure G.1 – Test fixture for hot wire ignition test

G.4 Start the test by energizing the circuit so that a current is passed through the heater wire yielding a linear power density of 0,26 W/mm.

G.5 Continue heating until the test specimen ignites. When ignition occurs, shut off power and record time to ignite. Discontinue the test if ignition does not occur within 120 s.

For specimens that melt through the wire without ignition, discontinue the test when the specimen is no longer in intimate contact with all five turns of the heater wire.

G.6 The test shall be repeated on the remaining samples.

G.7 The hot wire ignition time of the material shall be recorded as the average ignition time of the specimens tested.

Annex H (normative)

Degrees of protection of enclosed contactor

H.0 Guide to the use of Annex H

Where an IP code is stated by the manufacturer for a contactor with integral enclosure or for an enclosed contactor, the requirements of IEC 60529:1989 apply with the following.

NOTE Figure H.1 gives further information to facilitate the understanding of the IP code covered by IEC 60529.

Clauses and subclauses of IEC 60529 applicable to a contactor with integral enclosure and to an enclosed contactor are explicitly detailed in this annex.

Clause and subclause numbers of this annex are sometimes discontinuous because they correspond to those of IEC 60529.

H.1 Scope and object

This annex applies to the degrees of protection of a contactor with integral enclosure and of an enclosed contactor at rated voltages not exceeding 440 V a.c. hereafter referred to as "device".

Clause 1 of IEC 60529 applies with the additional requirements of this annex.

H.3 Terms and definitions

Clause 3 of IEC 60529 applies except that "enclosure" (3.1) is replaced by the following, Note 1 and Note 2 remaining as they are.

"A part providing a specified degree of protection of device against certain external influences and a specified degree of protection against approach to or contact with live parts and moving parts."

[IEV 441-13-01, modified]

NOTE This definition given in 3.1.16 of this standard is similar to IEV 441-13-01 which applies to assemblies.

H.4 Designation

Clause 4 of IEC 60529 applies except for letters H, M and S.

H.5 Degrees of protection against access to hazardous parts and against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral

Clause 5 of IEC 60529 applies.

H.6 Degrees of protection against ingress of water indicated by the second characteristic numeral

Clause 6 of IEC 60529 applies.

H.7 Degrees of protection against access to hazardous parts indicated by the additional letter

Clause 7 of IEC 60529 applies.

H.8 Supplementary letters

Clause 8 of IEC 60529 applies except for letters H, M and S.

H.9 Examples of designations with IP Code

Clause 9 of IEC 60529 applies.

H.10 Marking

Clause 10 of IEC 60529 applies with the following addition.

If the IP Code is designated for one mounting position only, it shall be indicated by the symbol of ISO 7000-0623 placed next to the IP Code specifying this position of the device, e.g. vertical:



H.11 General requirements for tests

H.11.1 Subclause 11.1 of IEC 60529 applies.

H.11.2 Subclause 11.2 of IEC 60529 applies with the following additions.

All tests are made in the unenergized state.

Certain devices (e.g. exposed faces of push-buttons) can be verified by inspection.

The temperature of the test sample shall not deviate from the actual ambient temperature by more than 5 K.

Where device is mounted in an empty enclosure which already has an IP Code (see 11.5 of IEC 60529) the following requirements apply.

a) For IP1X to IP4X and additional letters A to D.

This shall be verified by inspection and compliance with the enclosure manufacturer's instructions.

b) For IP6X dust test.

This shall be verified by inspection and compliance with the enclosure manufacturer's instructions.

c) For IP5X dust test and IPX1 to IPX8 water tests.

Testing of the enclosed device is only required where the ingress of dust or water may impair the operation of the device.

NOTE IP5X dust and IPX1 to IPX8 water tests allow the ingress of a certain amount of dust and water provided that there are no harmful effects. Every internal device configuration should, therefore, be separately considered.

H.11.3 Subclause 11.3 of IEC 60529 applies with the following addition :

Drain and ventilating holes are treated as normal openings.

H.11.4 Subclause 11.4 of IEC 60529 applies.

H.11.5 Where an empty enclosure is used as a component of an enclosed device, 11.5 of IEC 60529 applies.

H.12 Tests for protection against access to hazardous parts indicated by the first characteristic numeral

Clause 12 of IEC 60529 applies except for 12.3.2.

H.13 Tests for protection against ingress of solid foreign objects indicated by the first characteristic numeral

Clause 13 of IEC 60529 applies except for:

13.4 Dust test for first characteristic numerals 5 and 6

The following text to be added:

Enclosed device having a degree of protection IP5X shall be tested according to category 2 of 13.4 of IEC 60529.

Enclosed device having a degree of protection IP6X shall be tested according to category 1 of 13.4 of IEC 60529.

NOTE For enclosed device according to this standard, a degree of protection IP5X is generally deemed satisfactory.

13.5.2 Acceptance conditions for first characteristic numeral 5

The following text to be added:

Where dust deposits could raise doubts as to the correct functioning and safety of device, a preconditioning and a dielectric test shall be conducted as follows:

The preconditioning, after the dust test, shall be verified by test Cab: damp heat, steady state, according to IEC 60068-2-78, under the following test conditions.

The device shall be prepared so that the dust deposits are subject to the test by leaving open the lid and/or removing parts, where possible without the aid of tool.

Before being placed in the test chamber the device shall be stored at room temperature for at least 4 h before the test.

The test duration shall be 24 consecutive hours.

After this period, the device is to be removed from the test chamber within 15 min and submitted to a power-frequency dielectric test for 1 min, the value being $2 U_e$ max with a minimum of 1 000 V. The application of the test voltage and the acceptance criteria shall be as specified in 9.3.3.4.1, item b) 3) and item b) 4).

H.14 Tests for protection against water indicated by second characteristic numeral

H.14.1 Subclause 14.1 of IEC 60529 applies.


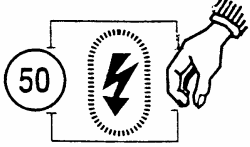
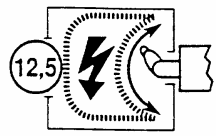
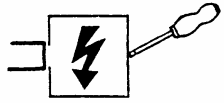
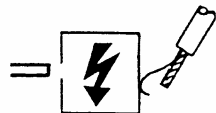
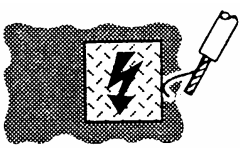
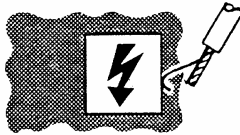
H.14.2 Subclause 14.2 of IEC 60529 applies.

H.14.3 Subclause 14.3 of IEC 60529 applies with the following addition:

The device is then submitted to a power-frequency dielectric test for 1 min, the value being $2 U_e$ max. with a minimum of 1 000 V. The application of the test voltage and the acceptance criteria shall be as specified in 9.3.3.4.1, item b) 3) and item b) 4).


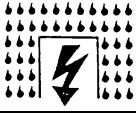



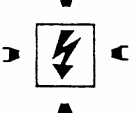
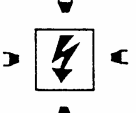
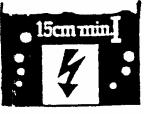
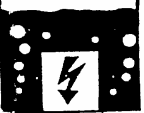
H.15 Tests for protection against access to hazardous parts indicated by additional letter

Clause 15 of IEC 60529 applies.

H.1a – FIRST NUMERAL			
Protection against ingress of solid objects			Protection of persons against access to hazardous parts with:
IP	Requirements	Examples	
0	No protection		Non-protected
1	Full penetration of 50 mm diameter sphere not allowed. Contact with hazardous parts not permitted		Back of hand
2	Full penetration of 12,5 mm diameter sphere not allowed. The jointed test finger shall have adequate clearance from hazardous parts		Finger
3	The access probe of 2,5 mm diameter shall not penetrate		Tool
4	The access probe of 1,0 mm diameter shall not penetrate		Wire
5	Limited ingress of dust permitted (no harmful deposit)		Wire
6	Totally protected against ingress of dust		Wire

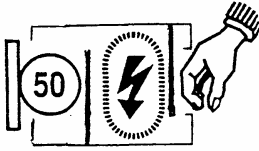
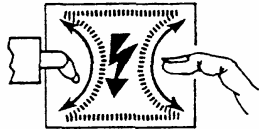
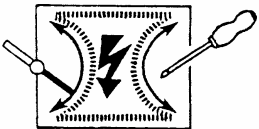
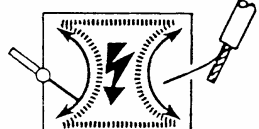
IEC 079/09

Figure H.1 – IP Codes

H.1b – SECOND NUMERAL			
Protection against harmful ingress of water			Protection from water
IP	Prescriptions	Examples	
0	No protection		Non-protected
1	Protected against vertically falling drops of water. Limited ingress permitted		Vertically dripping
2	Protected against vertically falling drops of water with enclosure tilted 15° from the vertical. Limited ingress permitted		Dripping up to 15° from the vertical
3	Protected against sprays to 60° from the vertical. Limited ingress permitted		Limited spraying
4	Protected against water splashed from all directions. Limited ingress permitted		Splashing from all directions
5	Protected against jets of water. Limited ingress permitted		Hosing jets from all directions
6	Protected against strong jets of water. Limited ingress permitted		Strong hosing jets from all directions
7	Protected against the effects of immersion between 15 cm and 1 m		Temporary immersion
8	Protected against long periods of immersion under pressure		Continuous immersion

IEC 080/09

Figure H.1 (continued)

H.1c – ADDITIONAL LETTER (optional)			
IP	Requirements	Examples	Protection of persons against access to hazardous parts with :
A For use with first numeral 0	Penetration of 50 mm diameter sphere up to barrier must not contact hazardous parts		Back of hand
B For use with first numerals 0 and 1	Test finger penetration to a maximum of 80 mm must not contact hazardous parts		Finger
C For use with first numerals 1 and 2	Wire of 2,5 mm diameter × 100 mm long must not contact hazardous parts when spherical stop face is partially entered		Tool
D For use with first numerals 2 and 3	Wire of 1,0 mm diameter × 100 mm long must not contact hazardous parts when spherical stop face is partially entered		Wire

IEC 081/09

Figure H.1 (continued)

Annex I (normative)

Requirements and tests for equipment with protective separation

I.1 General

This annex applies to a device one or more circuits of which being able to be used in SELV (PELV) circuit (the device by itself may not be Class III, see 7.4 of IEC 61140:2001).

The purpose of this annex is to harmonize as far as practicable all rules and requirements applicable to low voltage switchgear and controlgear having a protective separation between parts intended to be used in SELV (PELV) circuits and others, in order to obtain uniformity of requirements and tests and to avoid the need for testing to different standards.

I.2 Terms and definitions

I.2.1 functional insulation

insulation between conductive parts which is necessary only for the proper functioning of the equipment

I.2.2 basic insulation

insulation of hazardous live parts which provides basic protection against electric shock

NOTE The term basic insulation does not apply to insulation used exclusively for functional purposes. (See I.2.1)

I.2.3 supplementary insulation

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

I.2.4 double insulation

insulation comprising both basic insulation and supplementary insulation

I.2.5 reinforced insulation

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

NOTE Reinforced insulation may comprise several layers which cannot be tested singly as basic or supplementary insulation.

I.2.6

(electrically) protective separation

separation of one electric circuit from another by means of:

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

[IEV 195-06-19]

I.2.7

SELV circuit

electrical circuit in which the voltage cannot exceed ELV:

- under normal conditions, and
- under single-fault conditions, including earth faults in other circuits

NOTE Definition adapted from the definition of SELV system given in 3.26.1 of IEC 61140:2001.

I.2.8

PELV circuit

electrical circuit in which the voltage cannot exceed ELV:

- under normal conditions, and
- under single-fault conditions, except earth faults in other circuits

NOTE Definition adapted from the definition of PELV system given in 3.26.2 of IEC 61140:2001.

I.2.9

limitation of steady-state touch current and charge

protection against electric shock by circuit or equipment design such that under normal and fault conditions the steady-state touch current and charge are limited to non-hazardous levels

I.2.10

protective impedance device

component or assembly of components the impedance and construction of which are such as to ensure that steady-state touch current and charge are limited to non-hazardous levels

I.3 Requirements

I.3.1 General

The only method considered in this standard to achieve the protective separation is based on double (or reinforced) insulation between SELV (PELV) circuit(s) and other circuits. If any component is connected between the separated circuits, that component shall comply with the requirements for protective impedance devices according to 5.3.4 of IEC 61140:2001 (see Figure I.1).

The effects of electrical arcs normally produced in the breaking chambers of switchgears and controlgears on insulation are deemed to be taken into account in the dimensioning of creepage distances and no specific verification is required.

Partial discharge effects are not taken into consideration.

I.3.2 Dielectric requirements

I.3.2.1 Creepages

It shall be verified that the creepage distances between SELV (PELV) circuit and other circuits are equal or higher than twice those given for basic insulation in Table 18 and corresponding to the voltage of the circuit having the highest rated voltage value.

NOTE This requirement follows the principles given in IEC 60664-1.

The creepage distances shall be verified in accordance with I.4.2.1.

I.3.2.2 Clearances

The clearances between SELV (PELV) circuit and other circuits of the device shall be dimensioned to withstand the rated impulse voltage as determined in accordance with Annex F relevant to the basic insulation for the specific utilisation class but one step higher in the series value (or a value equal to 160 % of the voltage value required for the basic insulation) following the principles given in 5.1.6 of IEC 60664-1:2007. The test conditions are given in I.4.2.2.

I.3.3 Construction requirements

Construction measures should be taken regarding:

- materials employed regarding aging;
- thermal stresses or mechanical risks of failure which will impair insulation between circuits;
- risks of electrical contact between different circuits in case of accidental disconnection of wiring.

Subclause I.4.3 gives examples of constructional risks which have to be taken into consideration.

I.4 Tests

I.4.1 General

These tests are normally conducted as type tests. Where the constructional design cannot ensure without doubt that the insulation intended for protective separation cannot be impaired by the effects of product conditions, the manufacturer may also conduct all or parts of these tests as routine tests.

Tests verification shall be made between the SELV (PELV) circuit and each other circuits, such as main circuit, control and auxiliary circuits.

Tests shall be done in all operating conditions of the device: open, close, trip positions.

I.4.2 Dielectric tests

I.4.2.1 Creepages verification

Conditions of measuring are those given in 9.3.3.4.1 and Annex E.

I.4.2.2 Clearances verification

I.4.2.2.1 Condition of the device for test

Tests shall be made on devices mounted as for service, including internal wiring and in a clean and dry condition.

I.4.2.2.2 Application of the test voltage

For each circuit of the device under test, external terminals shall be connected together.

I.4.2.2.3 Impulse test voltage

It shall be an impulse test voltage having a 1,2/50 μ s wave form as described in 9.3.3.4.1, the value of which being chosen as defined in I.3.2.2.

I.4.2.2.4 Test

Clearances are verified by application of the test voltage of I.4.2.2.3. The test shall be conducted for a minimum of five impulses of each polarity with an interval of at least 1 s between pulses in accordance with in 9.3.3.4.1.

Application of test voltage may be avoided where clearances are equal or higher than those given in Table 17 for the determined test voltage value.

I.4.2.2.5 Results to be obtained

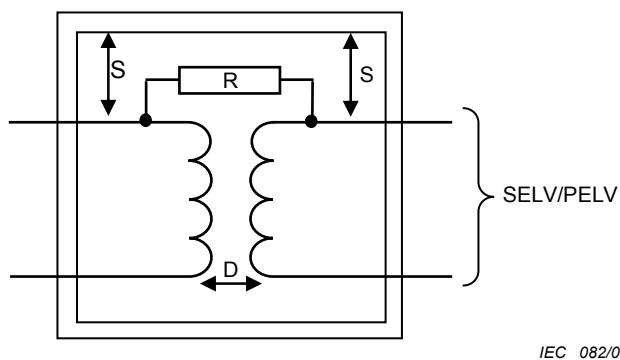
When the voltage is applied, the test is considered to have been passed if there is no puncture or flashover.

I.4.3 Examples of constructional measures

Measures should be taken that a single mechanical fault – e.g. a bent solder pin, a detached soldering point or a broken winding (coil), a loosened and fallen screw – should not have the result of impairing the insulation to such a degree that it no longer fulfils the requirements of the basic insulation; the design, however, should not consider that two or more of these events will appear simultaneously.

Examples of constructional measures:

- sufficient mechanical stability;
- mechanical barriers;
- employment of captive screws;
- impregnation or casting of components;
- inserting pins into an insulating sleeve;
- to avoid sharp-edges in the vicinity of conductors.



IEC 082/09

Key

D double (or reinforced) insulation between circuits (including SELV/PELV circuit)

R component complying with protective impedance devices requirements

S basic insulation

Figure I.1 – Example of application with component connected between separated circuits

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	133
INTRODUCTION.....	135
1 Domaine d'application	136
2 Références normatives.....	136
3 Termes et définitions	138
3.1 Termes généraux	138
3.2 Appareils de connexion	140
3.3 Parties d'appareils de connexion	142
3.4 Manœuvre des appareils de connexion	145
3.5 Grandeurs caractéristiques.....	147
4 Classification.....	151
5 Caractéristiques des contacteurs.....	152
5.1 Enumération des caractéristiques.....	152
5.2 Type du contacteur.....	152
5.2.1 Le nombre de pôles.....	152
5.2.2 Le mode de commande	152
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	152
5.3.1 Généralités.....	152
5.3.2 Tensions assignées.....	152
5.3.3 Courants ou puissances	153
5.3.4 Fréquence assignée	154
5.3.5 Services assignés.....	154
5.3.6 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge	155
5.3.7 Courant assigné de court-circuit conditionnel.....	155
5.4 Catégorie d'emploi	156
5.4.1 Généralités.....	156
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais.....	156
5.5 Circuits de commande.....	157
5.6 Circuits auxiliaires	157
5.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	157
6 Informations sur le matériel	157
6.1 Nature des informations	157
6.1.1 Identification.....	157
6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation	158
6.2 Marquage.....	158
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	159
7 Conditions normales de service, de montage et de transport	159
7.1 Conditions normales de service.....	159
7.1.1 Température de l'air ambiant	160
7.1.2 Altitude.....	160
7.1.3 Conditions atmosphériques	160
7.1.4 Conditions normales d'environnement électromagnétique.....	161
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage	161
7.3 Montage.....	161
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	161
8.1 Dispositions constructives	161

8.1.1	Généralités.....	161
8.1.2	Matériaux	161
8.1.3	Résistance des vis ou écrous autres que ceux des bornes qui sont prévus pour être manœuvrés au cours de l'installation ou de l'entretien	163
8.1.4	Disponible	163
8.1.5	Organe de commande	163
8.1.6	Indication des positions ARRÊT et MARCHÉ	164
8.1.7	Bornes.....	164
8.1.8	Exigences supplémentaires pour les contacteurs dotés d'un pôle neutre.....	166
8.1.9	Dispositions pour assurer la mise à la terre	166
8.1.10	Enveloppes	167
8.1.11	Degrés de protection des contacteurs sous enveloppe	168
8.1.12	Résistance aux impacts	168
8.1.13	Durabilité des marquages.....	168
8.2	Dispositions relatives au fonctionnement.....	168
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	168
8.2.2	Echauffement	169
8.2.3	Propriétés diélectriques	172
8.2.4	Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge.....	174
8.2.5	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits.....	176
8.3	Compatibilité électromagnétique.....	177
8.3.1	Immunité	177
8.3.2	Emission	177
9	Essais	177
9.1	Nature des essais	177
9.1.1	Généralités.....	177
9.1.2	Essais de type	177
9.1.3	Essais individuels	178
9.1.4	Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement.....	178
9.2	Conformité aux dispositions constructives	178
9.2.1	Généralités.....	178
9.2.2	Matériaux	179
9.2.3	Essai des vis ou écrous autres que ceux des bornes prévus pour être manœuvrés pendant l'installation ou l'entretien	181
9.2.4	Vérification du degré de protection des contacteurs sous enveloppe	182
9.2.5	Propriétés mécaniques des bornes	182
9.2.6	Essai de résistance aux impacts.....	185
9.2.7	Essai de durabilité du marquage.....	188
9.3	Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement.....	188
9.3.1	Séquences d'essais.....	188
9.3.2	Conditions générales pour les essais.....	188
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	190
9.3.4	Fonctionnement en condition de court-circuit.....	203
9.3.5	Aptitude à supporter les courants de surcharge	207
9.3.6	Essais individuels	208

Annexe A (normative) Marquage des bornes et numéro distinctif	227
Annexe B (normative) Séquences d'essais et nombre d'échantillons.....	232
Annexe C (normative) Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge	234
Annexe D (normative) Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit.....	236
Annexe E (normative) Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement.....	238
Annexe F (normative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs d'un contacteur.....	244
Annexe G (normative) Essai d'inflammation au fil chauffant	246
Annexe H (normative) Degrés de protection d'un contacteur sous enveloppe.....	248
Annexe I (normative) Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection	255
Figure 1 – Vis auto-taraudeuse à déformation.....	209
Figure 2 – Vis auto-taraudeuse à découpe.....	209
Figure 3 – Appareil pour l'essai à la bille (voir 9.2.2.3.1).....	209
Figure 4 – Dispositifs d'essai pour l'essai de flexion (voir 9.2.5.3).....	210
Figure 5 – Gabarits de forme A et de forme B (voir 9.2.5.5)	210
Figure 6 – Pendule d'essai de choc mécanique (pièce de frappe) (voir 9.2.6.2.1)	211
Figure 7 – Support de montage pour l'échantillon, pour l'essai de choc mécanique (voir 9.2.6.2.1)	212
Figure 8 – Appareil d'essai au pendule (voir 9.2.6.2.1).....	213
Figure 9 – Appareil d'essai à la sphère (voir 9.2.6.2.2)	213
Figure 10 – Doigt d'épreuve articulé (selon CEI 60529)	214
Figure 11 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé.....	215
Figure 12 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé	216
Figure 13 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur tripolaire	217
Figure 14 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur tétrapolaire	218
Figure 15 – Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe (voir 9.3.3.5.2, e)) dans des conditions idéales.....	219
Figure 16 – Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge.....	220
Figure 17 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé	221
Figure 18 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé	222
Figure 19 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur tripolaire	223
Figure 20 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur tétrapolaire	224
Figure 21 – Exemple d'enregistrement d'un essai de fermeture ou de coupure en court- circuit dans le cas d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé	225
Figure 22 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour la catégorie d'emploi AC-7c.....	226
Figure C.1 – Détermination de la valeur réelle du facteur γ	235

Figure E.1 – Mesurage des nervures	238
Figure E.2 – Ligne de fuite exemple 1	239
Figure E.3 – Ligne de fuite exemple 2	239
Figure E.4 – Ligne de fuite exemple 3	239
Figure E.5 – Ligne de fuite exemple 4	240
Figure E.6 – Ligne de fuite exemple 5	240
Figure E.7 – Ligne de fuite exemple 6	240
Figure E.8 – Ligne de fuite exemple 7	241
Figure E.9 – Ligne de fuite exemple 8	241
Figure E.10 – Ligne de fuite exemple 9	242
Figure E.11 – Ligne de fuite exemple 10	242
Figure E.12 – Ligne de fuite exemple 11	243
Figure G.1 – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chauffant	246
Figure H.1 – Codes IP	252
Figure I.1 – Exemple d'application avec un composant connecté entre des circuits séparés	259
Tableau 1 – Catégories d'emploi	156
Tableau 2 – Sections normales des conducteurs ronds en cuivre	165
Tableau 3 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air	169
Tableau 4 – Limites d'échauffement des bornes	170
Tableau 5 – Limites d'échauffement des parties accessibles	170
Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent	171
Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	175
Tableau 8 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure	175
Tableau 9 – Fonctionnement conventionnel en service. Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi	176
Tableau 10 – Exigences de tenue aux courants de surcharge	176
Tableau 11 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	183
Tableau 12 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre	184
Tableau 13 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants	185
Tableau 14 – Tolérances sur les grandeurs d'essai	189
Tableau 15 – Conducteurs d'essai en cuivre	192
Tableau 16 – Tensions d'essai de choc et altitudes correspondantes	197
Tableau 17 – Distances minimales d'isolement dans l'air	198
Tableau 18 – Lignes de fuite minimales	199
Tableau 19 – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement	199
Tableau 20 – Valeurs des facteurs de puissance correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant	205
Tableau 21 – Valeurs du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi	207

Tableau B.1 – Séquences d'essai	232
Tableau B.2 – Nombre d'échantillons à soumettre aux essais	233
Tableau F.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur en cas de protection par parafoudres conformes à la CEI 60099-1	245

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONTACTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES POUR USAGES DOMESTIQUES ET ANALOGUES

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 61095 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage en collaboration avec le sous-comité 23E: Disjoncteurs et appareillage similaire pour usage domestique, du comité d'études 23 de la CEI: Petit appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1992 et son Amendement 1 (2000). Elle constitue une révision technique.

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

- suppression des exigences concernant les surtensions de manoeuvre,
- ajout de la nouvelle catégorie d'utilisation AC-7c: commande de lampes à décharge électrique avec compensation,
- exigence de mesure de U_{imp} , mais le marquage n'est pas exigé si U_{imp} est égal à 4 kV,
- amélioration concernant le marquage lié au sens du mouvement,

- amélioration des propriétés diélectriques,
- test de résistance à l'humidité basée sur CEI 60068-2-78 au lieu de CEI 60068-2-3,
- amendement au Tableau B.1 concernant les séquences de test,
- suppression du Tableau F.2 concernant la correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur,
- ajout de la nouvelle Annexe H (normative): degrés de protection d'un contacteur sous enveloppe,
- ajout de la nouvelle Annexe I (normative): exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1640/FDIS	17B/1652/RVD

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

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication de base 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.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale donne les exigences applicables aux contacteurs pour usages domestiques et analogues, y compris les contacteurs prévus pour la commande des circuits de distribution dans les bâtiments.

Les contacteurs répondant à ces objectifs sont soumis à des dispositions particulières comprenant des séquences d'essais et des plans d'échantillonnage pour faciliter les essais.

Les courants d'emploi et les tensions d'emploi des contacteurs conformes à la présente norme sont limités aux valeurs appropriées aux applications envisagées. Ces contacteurs sont à utiliser dans des circuits dont le courant de défaut présumé en court-circuit a une valeur limitée et doivent être coordonnés avec un dispositif approprié de protection contre les courts-circuits afin d'assurer une coordination adéquate.

La présente norme définit en un seul document la catégorie d'emploi spécifique pour un emploi défini et précise les exigences correspondantes. Elle est harmonisée dans la mesure du possible avec les exigences de la CEI 60947-4-1 «Contacteurs et démarreurs électromécaniques».

La présente norme est applicable également aux contacteurs qui sont des constituants d'un appareil, sauf exigence contraire de la norme applicable à cet appareil.

CONTACTEURS ÉLECTROMÉCANIQUES POUR USAGES DOMESTIQUES ET ANALOGUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est applicable aux contacteurs électromécaniques à air pour usages domestiques et analogues dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 440 V en courant alternatif (entre phases) et dont les courants assignés d'emploi sont inférieurs ou égaux à 63 A pour la catégorie d'emploi AC-7a et à 32 A pour les catégories d'emploi AC-7b et AC-7c, et le courant assigné de court-circuit conditionnel est inférieur ou égal à 6 kA.

Les contacteurs traités dans la présente norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir 9.3.4) doit faire partie de l'installation.

La présente norme n'est pas applicable

- aux contacteurs conformes à la CEI 60947-4-1;
- aux contacteurs à semi-conducteurs;
- aux contacteurs conçus pour des applications spéciales;
- aux contacts auxiliaires des contacteurs. Ceux-ci sont traités dans la CEI 60947-5-1.

La présente norme fixe

- 1) les caractéristiques des contacteurs.
- 2) les conditions auxquelles doivent répondre les contacteurs relativement:
 - a) à leur fonctionnement et à leur tenue;
 - b) à leurs propriétés diélectriques;
 - c) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant;
 - d) à leur construction;
 - e) à leurs caractéristiques de compatibilité électromagnétique.
- 3) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais.
- 4) les séquences d'essais et le nombre d'échantillons.
- 5) les renseignements à fournir avec les contacteurs ou dans la documentation du constructeur.

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 60028:1925, *Spécification internationale d'un cuivre-type recuit*

CEI 60050-151:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

CEI 60050-604:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*
Amendement 1 (1998)

CEI 60050-826:2004, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 826: Installations électriques*

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

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 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60099-1:1991, *Parafoudres – Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif*
Amendement 1 (1999)

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

CEI 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

CEI 60364-4-44:2007, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44 Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

CEI 60417-DB:2007¹, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*

CEI 60445:2006, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals and conductor terminations* (disponible en anglais seulement)

CEI 60447:2004, *Principes fondamentaux et de sécurité pour l'interface homme-machine, le marquage et l'identification – Principes de manœuvre*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*
Amendement 1 (1999)

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

CEI 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

¹ «DB» se réfère à la base de données en ligne de la CEI.

CEI 60695-11-10:1999, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 11-10: Flammes d'essai – Méthodes d'essai horizontale et verticale à la flamme de 50 W*
Amendement 1 (2003)

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 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*
Amendement 1 (2004)

CEI 61180 (toutes les parties), *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension*

ISO 7000:2004, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel – Index et tableau synoptique*

ISO 2039-2:1987, *Plastiques – Détermination de la dureté – Partie 2: Dureté Rockwell*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1 Termes généraux

3.1.1

surintensité

courant supérieur au courant assigné

[VEI 441-11-06]

3.1.2

court-circuit

chemin conducteur accidentel ou intentionnel entre deux parties conductrices ou plus forçant les différences de potentiel électrique entre ces parties conductrices à être nulles ou proches de zéro

[VEI 151-12-04]

3.1.3

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un court-circuit dû à un défaut ou à un branchement incorrect dans un circuit électrique

[VEI 441-11-07]

3.1.4

surcharge

conditions de fonctionnement d'un circuit électriquement sain, qui provoquent une surintensité

[VEI 441-11-08]

3.1.5**courant de surcharge**

surintensité se produisant dans un circuit électriquement sain

3.1.6**température de l'air ambiant**

température, déterminée dans des conditions prescrites de l'air qui entoure la totalité de l'appareil de connexion ou du fusible

NOTE Pour des appareils de connexion ou des fusibles installés à l'intérieur d'une enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

[VEI 441-11-13]

3.1.7**partie conductrice**

partie capable de conduire du courant, bien qu'elle ne soit pas nécessairement utilisée pour conduire du courant en service normal

[VEI 441-11-09]

3.1.8**partie conductrice accessible****masse**

partie conductrice, susceptible d'être touchée directement, qui n'est pas normalement sous tension mais qui peut le devenir en cas de défaut

NOTE Les masses caractéristiques sont les parois des enveloppes, les poignées de commande, etc.

[VEI 441-11-10]

3.1.9**choc électrique**

effet physiologique résultant du passage d'un courant électrique à travers le corps humain ou celui d'un animal

[VEI 826-12-01]

3.1.10**partie active**

conducteur ou partie conductrice destiné à être sous tension en service normal, y compris le conducteur de neutre, mais par convention, excepté le conducteur PEN, le conducteur PEM ou le conducteur PEL

NOTE La notion n'implique pas nécessairement un risque de choc électrique.

[VEI 826-12-08]

3.1.11**conducteur de protection** (identification: PE)

conducteur prévu à des fins de sécurité, par exemple protection contre les chocs électriques

NOTE Dans une installation électrique, le conducteur identifié PE est normalement aussi considéré comme conducteur de mise à la terre de protection.

[VEI 826-13-22]

3.1.12**conducteur (de) neutre**

conducteur relié électriquement au point neutre et pouvant contribuer à la distribution de l'énergie électrique

[VEI 826-14-07]

3.1.13
conducteur PEN

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de neutre

[VEI 826-13-25]

3.1.14
conducteur PEM

conducteur assurant les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de point milieu

[VEI 826-13-26]

3.1.15
conducteur PEL

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de ligne

[VEI 826-13-27]

3.1.16
enveloppe

partie procurant un degré de protection spécifié du matériel contre certaines influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche ou le contact des parties actives et des pièces en mouvement

[VEI 441-13-01, modifié]

NOTE Cette définition est analogue à celle du VEI 441-13-01, qui s'applique aux ensembles.

3.1.17
enveloppe intégrée

enveloppe formant une partie intégrée au matériel

3.1.18
catégorie d'emploi (pour un appareil de connexion ou un fusible)

ensemble d'exigences spécifiées relatives aux conditions dans lesquelles l'appareil de connexion ou le fusible doit remplir son office, choisies pour représenter un groupe caractéristique d'applications pratiques

NOTE Les exigences spécifiées peuvent concerner, par exemple, les valeurs des pouvoirs de fermeture, s'il y a lieu, les valeurs des pouvoirs de coupure et d'autres caractéristiques, les circuits associés et les conditions correspondantes d'emploi et de comportement.

[VEI 441-17-19]

3.2 Appareils de connexion

3.2.1
appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[VEI 441-14-01]

NOTE Un appareil de connexion peut effectuer l'une de ces manœuvres ou les deux.

3.2.2

appareil mécanique de connexion

appareil de connexion destiné à fermer et à ouvrir un ou plusieurs circuits électriques au moyen de contacts séparables

NOTE Tout appareil mécanique de connexion peut être désigné en fonction du milieu dans lequel ses contacts s'ouvrent et se ferment, par exemple: air, SF₆, huile.

[VEI 441-14-02]

3.2.3

appareil de connexion à semi-conducteurs

appareil de connexion conçu pour établir et/ou interrompre le courant dans un circuit électrique au moyen de la commande de la conductivité d'un semi-conducteur

NOTE Cette définition diffère de celle du VEI 441-14-03 car un appareil de connexion à semi-conducteurs est également conçu pour interrompre le courant.

[VEI 441-14-03, modifié]

3.2.4

fusible

(coupe-circuit à fusibles)

appareil dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée. Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet

[VEI 441-18-01]

3.2.5

disjoncteur

appareil mécanique de connexion capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, ainsi que d'établir, de supporter pendant une durée spécifiée et d'interrompre des courants dans des conditions anormales spécifiées du circuit telles que celles du court-circuit

[VEI 441-14-20]

3.2.6

contacteur (mécanique)

appareil mécanique de connexion ayant une seule position de repos, commandé autrement qu'à la main, capable d'établir, de supporter et d'interrompre des courants dans les conditions normales du circuit, y compris les conditions de surcharge en service

[VEI 441-14-33]

NOTE 1 L'expression «commandé autrement qu'à la main» signifie que l'appareil est destiné à être commandé et maintenu en position de fonctionnement à partir d'une ou plusieurs sources d'énergie extérieures.

NOTE 2 Un contacteur dont les contacts principaux sont fermés dans la position de repos est généralement appelé en français «rupteur». Le mot «rupteur» n'a pas de correspondant dans la langue anglaise.

NOTE 3 Un contacteur est généralement prévu pour fonctionner fréquemment.

3.2.7

contacteur électromagnétique

contacteur pour lequel l'effort nécessaire à la fermeture des contacts principaux normalement ouverts ou à l'ouverture des contacts principaux normalement fermés est fourni par un électro-aimant

3.2.8

contacteur à accrochage

contacteur muni d'un dispositif d'accrochage empêchant ses éléments mobiles de retourner à leur position de repos quand on cesse d'actionner le dispositif de commande

NOTE 1 L'accrochage et le déclencheur d'accrochage peuvent être mécaniques, électromagnétiques, pneumatiques, etc.

NOTE 2 Du fait de son accrochage, le contacteur à accrochage possède en fait une seconde position de repos et, d'après 3.2.6, il n'est pas à proprement parler un contacteur. Cependant, étant donné que le contacteur à accrochage, tant par son utilisation que par sa conception, se rapproche davantage d'un contacteur en général que de toute autre sorte d'appareil de connexion, on admet qu'il réponde aux spécifications des contacteurs dans la mesure du possible.

[VEI 441-14-34]

3.2.9

contacteur à semi-conducteurs

(contacteur statique)

dispositif qui remplit la fonction d'un contacteur en utilisant un appareil de connexion à semi-conducteurs

NOTE Un contacteur à semi-conducteurs peut aussi comporter des appareils mécaniques de connexion.

3.2.10

auxiliaire automatique de commande

auxiliaire de commande non manuel, actionné à la suite de conditions spécifiées d'une grandeur d'action

NOTE La grandeur d'action peut être la pression, la température, la vitesse, le niveau d'un liquide, le temps écoulé, etc.

[VEI 441-14-48]

3.2.11

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]

3.2.12

dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)

dispositif destiné à protéger un circuit ou des parties d'un circuit contre les courants de court-circuit par l'interruption de ceux-ci

3.2.13

parafoudre

appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite

[VEI 604-03-51]

3.3 Parties d'appareils de connexion

3.3.1

pôle (d'un appareil de connexion)

élément constituant d'un appareil de connexion associé exclusivement à un chemin conducteur électriquement séparé appartenant à son circuit principal, cet élément ne comprenant pas les éléments constituant assurant la fixation et le fonctionnement d'ensemble de tous les pôles

NOTE Un appareil de connexion est appelé unipolaire s'il n'a qu'un pôle. S'il a plus d'un pôle, il peut être appelé multipolaire (bipolaire, tripolaire, etc.) à condition que les pôles soient ou puissent être liés entre eux de façon qu'ils fonctionnent ensemble.

[VEI 441-15-01]

3.3.2

circuit principal (d'un appareil de connexion)

ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion insérées dans le circuit qu'il a pour fonction de fermer ou d'ouvrir

[VEI 441-15-02]

3.3.3

circuit de commande (d'un appareil de connexion)

ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion, autres que celles du circuit principal, insérées dans un circuit utilisé pour commander la manœuvre de fermeture ou la manœuvre d'ouverture ou les deux manœuvres de l'appareil

[VEI 441-15-03]

3.3.4

circuit auxiliaire (d'un appareil de connexion)

ensemble des pièces conductrices d'un appareil de connexion destinées à être insérées dans un circuit autre que le circuit principal et les circuits de commande de l'appareil

NOTE Certains circuits auxiliaires remplissent des fonctions supplémentaires, telles que la signalisation, le verrouillage, etc., et, à ce titre, ils peuvent faire partie du circuit de commande d'un autre appareil de connexion.

[VEI 441-15-04]

3.3.5

contact (d'un appareil mécanique de connexion)

pièces conductrices destinées à établir la continuité d'un circuit lorsqu'elles se touchent et qui, par leur mouvement relatif pendant la manœuvre, ouvrent ou ferment un circuit ou, dans le cas de contacts pivotants ou glissants, maintiennent la continuité du circuit

[VEI 441-15-05]

3.3.6

pièce de contact

une des pièces conductrices formant un contact

[VEI 441-15-06]

3.3.7

contact principal

contact inséré dans le circuit principal d'un appareil mécanique de connexion, prévu pour supporter, dans la position de fermeture, le courant du circuit principal

[VEI 441-15-07]

3.3.8

contact de commande

contact inséré dans un circuit de commande d'un appareil mécanique de connexion et manœuvré mécaniquement par cet appareil

[VEI 441-15-09]

3.3.9

contact auxiliaire

contact inséré dans un circuit auxiliaire et manoeuvré mécaniquement par l'appareil de connexion

[VEI 441-15-10]

3.3.10

interrupteur auxiliaire (d'un appareil mécanique de connexion)

interrupteur comprenant un ou plusieurs contacts auxiliaires et/ou de commande, manoeuvré mécaniquement par un appareil de connexion

[VEI 441-15-11]

3.3.11

contact «a»

contact à fermeture

contact de commande ou auxiliaire qui est fermé lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est ouvert lorsque ces contacts sont ouverts

[VEI 441-15-12]

3.3.12

contact «b»

contact à ouverture

contact de commande ou auxiliaire qui est ouvert lorsque les contacts principaux de l'appareil mécanique de connexion sont fermés et qui est fermé lorsque ces contacts sont ouverts

[VEI 441-15-13]

3.3.13

déclencheur (d'un appareil mécanique de connexion)

dispositif raccordé mécaniquement à un appareil mécanique de connexion dont il libère les organes de retenue et qui permet l'ouverture ou la fermeture de l'appareil

[VEI 441-15-17]

NOTE Un déclencheur peut être à manoeuvre instantanée, différée, etc.

3.3.14

mécanisme transmetteur (d'un appareil mécanique de connexion)

ensemble des moyens de manoeuvre d'un appareil mécanique de connexion qui transmet l'effort de manoeuvre aux pièces de contact

NOTE Les moyens de manoeuvre d'un mécanisme de commande peuvent être mécaniques, électromagnétiques, hydrauliques, pneumatiques, thermiques, etc.

3.3.15

organe de commande

partie du mécanisme transmetteur à laquelle un effort extérieur de manoeuvre est appliqué

NOTE L'organe de commande peut prendre la forme d'une poignée, d'un bouton, d'un bouton-poussoir, d'une roulette, d'un plongeur, etc.

[VEI 441-15-22]

3.3.16

indicateur de position

partie d'un appareil mécanique de connexion qui indique si celui-ci est en position d'ouverture, ou de fermeture ou, le cas échéant, de mise à la terre

[VEI 441-15-25, modifié]

3.3.17**borne**

partie conductrice d'un appareil prévue pour le raccordement électrique à des circuits extérieurs

3.3.18**borne à vis**

borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de vis ou d'écrous de toute sorte

3.3.19**borne sans vis**

borne destinée au raccordement et au débranchement de conducteurs ou à l'interconnexion de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé, directement ou indirectement, au moyen de ressorts, pièces formant coin, excentriques ou coniques, etc.

3.3.20**vis auto-taraudeuse par déformation**

vis auto-taraudeuse ayant un filet continu. La fonction de ce filetage n'est pas d'enlever du matériau de la cavité

NOTE Un exemple de vis auto-taraudeuse par déformation est donné à la Figure 1.

3.3.21**vis auto-taraudeuse à découpe**

vis auto-taraudeuse ayant un filet non continu. Ce filetage est destiné à enlever du matériau de la cavité

NOTE Un exemple de vis auto-taraudeuse à découpe est donné à la Figure 2.

3.3.22**organe de serrage**

partie d'une borne nécessaire pour le serrage mécanique et le raccordement électrique du (des) conducteur(s)

3.3.23**conducteur non préparé**

conducteur qui a été coupé et dont l'isolation a été retirée en vue de son insertion dans une borne

NOTE Un conducteur dont la forme est arrangée pour qu'il soit dans une borne ou dont les torons sont torsadés pour en consolider l'extrémité est considéré comme un conducteur non préparé.

3.3.24**conducteur préparé**

conducteur dont les torons sont soudés ou dont l'extrémité est munie d'une cosse, d'un œillet, etc.

3.4 Manœuvre des appareils de connexion**3.4.1****manœuvre (d'un appareil mécanique de connexion)**

passage d'un ou de plusieurs contacts mobiles d'une position à une position adjacente

NOTE 1 Par exemple, pour un disjoncteur, cela pourra être une manœuvre de fermeture ou une manœuvre d'ouverture.

NOTE 2 Si une distinction est nécessaire, on emploiera les mots manœuvre électrique (par exemple: établissement ou coupure) et manœuvre mécanique (par exemple: fermeture ou ouverture).

[VEI 441-16-01]

3.4.2

cycle de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position en passant par toutes les autres positions, s'il en existe

[VEI 441-16-02]

3.4.3

séquence de manœuvres (d'un appareil mécanique de connexion)

suite de manœuvres spécifiées effectuées à des intervalles de temps spécifiés

[VEI 441-16-03]

3.4.4

commande automatique

commande d'une manœuvre, effectuée sans intervention humaine lorsque se produisent des conditions prédéterminées

[VEI 441-16-05]

3.4.5

manœuvre de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position d'ouverture à la position de fermeture

[VEI 441-16-08]

3.4.6

manœuvre d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

manœuvre par laquelle on fait passer l'appareil de la position de fermeture à la position d'ouverture

[VEI 441-16-09]

3.4.7

position de fermeture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'appareil est assurée

[VEI 441-16-22]

3.4.8

position d'ouverture (d'un appareil mécanique de connexion)

position dans laquelle les exigences prédéterminées de tension de tenue diélectrique entre contacts ouverts sont assurées dans le circuit principal de l'appareil

NOTE Cette définition diffère de celle du VEI 441-16-23 pour satisfaire aux exigences concernant les propriétés diélectriques.

[VEI 441-16-23, modifié]

3.4.9

position de repos (d'un contacteur)

position que prennent les organes mobiles du contacteur quand son électro-aimant ou son dispositif à air comprimé n'est pas alimenté

[VEI 441-16-24]

3.4.10**marche par à-coups**

mise sous tension répétitive, durant de courts intervalles de temps, d'un moteur ou d'un solénoïde, afin de provoquer des mouvements de faible amplitude du mécanisme commandé

3.4.11**inversion de marche**

arrêt ou inversion rapide du sens de rotation d'un moteur par permutation des connexions d'alimentation du moteur pendant que celui-ci tourne

3.5 Grandeurs caractéristiques**3.5.1****valeur nominale**

valeur d'une grandeur, utilisée pour dénommer et identifier un composant, un dispositif, un matériel ou un système

NOTE La valeur nominale est généralement une valeur arrondie.

[VEI 151-16-09]

3.5.2**valeur limite**

dans une spécification d'un composant, dispositif, matériel ou système, la plus grande ou la plus petite valeur admissible d'une grandeur

[VEI 151-16-10]

3.5.3**valeur assignée**

valeur d'une grandeur, utilisée à des fins de spécification, correspondant à un ensemble spécifié de conditions de fonctionnement d'un composant, dispositif, matériel ou système

[VEI 151-16-08]

3.5.4**caractéristiques assignées**

ensemble des valeurs assignées et des conditions de fonctionnement

[VEI 151-16-11]

3.5.5**courant présumé (d'un circuit et relatif à un appareil de connexion ou à un fusible)**

courant qui circulerait dans le circuit si chaque pôle de l'appareil de connexion ou le fusible était remplacé par un conducteur d'impédance négligeable

NOTE La méthode à employer pour évaluer et pour exprimer le courant présumé doit être spécifiée dans les publications correspondantes.

[VEI 441-17-01]

3.5.6**valeur de crête du courant présumé**

valeur de crête d'un courant présumé pendant la période transitoire qui suit son établissement

NOTE La définition implique que le courant est établi par un appareil de connexion idéal, c'est-à-dire passant instantanément d'une impédance infinie à une impédance nulle. Pour un circuit ayant plusieurs voies, par exemple un circuit polyphasé, il est entendu en outre que le courant est établi simultanément dans tous les pôles, même si on ne considère que le courant dans un seul pôle.

[VEI 441-17-02]

3.5.7

valeur maximale de crête du courant présumé (d'un circuit à courant alternatif)

valeur de crête du courant présumé quand l'établissement du courant a lieu à l'instant qui conduit à la plus grande valeur possible

NOTE Pour un appareil multipolaire dans un circuit polyphasé, la valeur maximale de crête du courant présumé ne se rapporte qu'à un seul pôle.

[VEI 441-17-04]

3.5.8

courant coupé (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

courant dans un pôle d'un appareil de connexion ou dans un fusible évalué à l'instant de l'amorçage de l'arc au cours d'une coupure

[VEI 441-17-07]

NOTE En courant alternatif, ce courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.

3.5.9

pouvoir de coupure (d'un appareil de connexion ou d'un fusible)

valeur du courant présumé coupé qu'un appareil de connexion ou un fusible est capable d'interrompre sous une tension fixée dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-08]

NOTE 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.

NOTE 2 En courant alternatif, le courant est exprimé par la valeur efficace symétrique de la composante alternative.

NOTE 3 Pour le pouvoir de coupure en court-circuit, voir 3.5.11.

3.5.10

pouvoir de fermeture (d'un appareil de connexion)

valeur du courant présumé établi qu'un appareil de connexion est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[VEI 441-17-09]

NOTE 1 La tension à fixer et les conditions à prescrire sont précisées dans la norme de matériel correspondante.

NOTE 2 Pour le pouvoir de fermeture en court-circuit, voir 3.5.12.

3.5.11

pouvoir de coupure en court-circuit

pouvoir de coupure pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion

[VEI 441-17-11]

3.5.12

pouvoir de fermeture en court-circuit

pouvoir de fermeture pour lequel les conditions prescrites comprennent un court-circuit aux bornes de l'appareil de connexion

[VEI 441-17-10]

3.5.13

intégrale de Joule (I^2t)

intégrale du carré du courant pour un intervalle de temps donné:

$$I^2t = \int_{t_0}^{t_1} i^2 dt$$

[VEI 441-18-23]

3.5.14**courant coupé limité**

valeur instantanée maximale du courant atteinte au cours de la coupure par un appareil de connexion ou un fusible

NOTE Cette notion est d'importance particulière si l'appareil de connexion ou le fusible fonctionne de telle manière que la valeur de crête du courant présumé du circuit n'est pas atteinte.

[VEI 441-17-12]

3.5.15**tension appliquée (pour un appareil de connexion)**

tension qui existe entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion immédiatement avant l'établissement du courant

[VEI 441-17-24]

NOTE Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases aux bornes d'alimentation de l'appareil.

3.5.16**tension de rétablissement**

tension qui apparaît entre les bornes d'un pôle d'un appareil de connexion ou d'un fusible après l'interruption du courant

[VEI 441-17-25]

NOTE 1 Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps consécutifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel la tension de rétablissement à fréquence industrielle ou en régime établi existe seule.

NOTE 2 Cette définition s'applique à un appareil unipolaire. Pour un appareil multipolaire, c'est la tension entre phases entre les bornes d'alimentation de l'appareil.

3.5.17**tension transitoire de rétablissement (TTR)**

tension de rétablissement pendant la durée où elle présente un caractère transitoire appréciable

[VEI 441-17-26]

NOTE La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit, de l'appareil de connexion ou du fusible. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre du circuit polyphasé.

3.5.18**tension de rétablissement à fréquence industrielle**

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension

[VEI 441-17-27]

3.5.19**tension de rétablissement en courant continu en régime établi**

tension de rétablissement dans un circuit à courant continu après la disparition des phénomènes transitoires de tension, exprimée par sa valeur moyenne s'il y a des ondulations

[VEI 441-17-28]

3.5.20

distance d'isolement

distance entre deux parties conductrices le long d'un fil tendu suivant le plus court trajet possible entre ces deux parties conductrices

[VEI 441-17-31]

3.5.21

ligne de fuite

distance la plus courte le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices

NOTE Un joint entre deux portions de matière isolante est considéré comme faisant partie de la surface.

3.5.22

tension locale

"working voltage"

valeur efficace la plus élevée de la tension en courant alternatif ou valeur la plus élevée de la tension en courant continu qui peut apparaître (localement) à travers n'importe quelle isolation à la tension assignée d'alimentation, les surtensions transitoires étant négligées, en circuit ouvert ou dans les conditions normales de fonctionnement

3.5.23

tension de tenue aux chocs

valeur de crête la plus élevée d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

3.5.24

tension de tenue à fréquence industrielle

valeur efficace d'une tension sinusoïdale à fréquence industrielle qui ne provoque pas de claquage dans des conditions d'essai spécifiées

3.5.25

pollution

tout apport de matériau étranger solide, liquide ou gazeux (gaz ionisés) qui peut modifier la rigidité diélectrique ou la résistivité de la surface

3.5.26

degré de pollution (des conditions d'environnement)

nombre conventionnel, basé sur la quantité de poussières conductrices ou hygroscopiques, de gaz ionisés ou de sels, et sur l'humidité relative et sa fréquence d'apparition se traduisant par l'absorption ou la condensation d'humidité, ayant pour effet de diminuer la rigidité diélectrique et/ou la résistivité superficielle

NOTE 1 Le degré de pollution du micro-environnement auquel est exposé un matériel peut être différent de celui du macro-environnement dans lequel est situé le matériel en raison de la protection assurée par une enveloppe ou un chauffage interne empêchant l'absorption ou la condensation de l'humidité.

NOTE 2 Dans le cadre de la présente norme, le degré de pollution est celui du micro-environnement.

3.5.27

micro-environnement (d'une distance d'isolement ou d'une ligne de fuite)

conditions ambiantes à proximité immédiate des distances d'isolement ou des lignes de fuite considérées

NOTE C'est le micro-environnement des lignes de fuite ou des distances d'isolement et non l'environnement du matériel qui détermine l'effet sur l'isolation. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du matériel. Il comprend tous les facteurs influant sur l'isolation, tels que conditions climatiques, influences électromagnétiques, production de pollution, etc.

3.5.28**catégorie de surtension (d'un circuit ou à l'intérieur d'un système électrique)**

nombre conventionnel, basé sur la limitation (ou la commande) des valeurs des surtensions transitoires présumées apparaissant dans un circuit (ou dans un système électrique où existent des sections de tensions nominales différentes) et dépendant des moyens employés pour agir sur ces surtensions

NOTE Dans un système électrique, le passage d'une catégorie de surtension à une autre de catégorie inférieure est réalisé à l'aide de moyens appropriés répondant aux exigences d'interface telles qu'un dispositif de protection contre les surtensions ou des impédances disposées en séries et/ou en parallèle capable de dissiper, d'absorber ou de détourner l'énergie du courant de surcharge correspondant, afin d'abaisser la valeur des surtensions transitoires à celle qui correspond à la catégorie de surtension inférieure recherchée.

3.5.29**coordination de l'isolement**

correspondance des caractéristiques d'isolement du matériel électrique, d'une part avec les surtensions attendues et avec les caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions et, d'autre part, avec le micro-environnement attendu et les moyens de protection contre la pollution

3.5.30**champ homogène
(champ uniforme)**

champ électrique dont le gradient de tension est essentiellement constant entre les électrodes, comme c'est le cas entre deux sphères où le rayon de chacune est plus grand que la distance qui les sépare

3.5.31**champ non homogène
(champ non uniforme)**

champ électrique dont le gradient de tension entre électrodes n'est pas essentiellement constant

3.5.32**cheminement**

formation progressive de trajets conducteurs produits à la surface d'un isolant solide sous l'effet combiné des contraintes électriques et de la contamination électrolytique de cette surface

3.5.33**indice de résistance au cheminement
(IRC)**

valeur numérique de la tension maximale, exprimée en volts, pour laquelle un matériau supporte sans cheminer le dépôt de 50 gouttes d'une solution d'essai

NOTE 1 Il convient que la valeur de chaque tension d'essai et de l'IRC soit divisible par 25.

NOTE 2 Cette définition est basé sur le 3.5 de la CEI 60112 :2003.

4 Classification

Le Paragraphe 5.2 donne toutes les informations qui peuvent servir de critères de classification.

5 Caractéristiques des contacteurs

5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type du contacteur (voir 5.2);
- valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux (voir 5.3);
- catégorie d'emploi (voir 5.4);
- circuits de commande (voir 5.5);
- circuits auxiliaires (voir 5.6);
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 5.7).

5.2 Type du contacteur

Il est nécessaire d'indiquer les informations suivantes (voir aussi Article 6).

5.2.1 Le nombre de pôles

5.2.2 Le mode de commande

- automatique (par auxiliaire automatique de commande ou commande séquentielle);
- non automatique (par exemple par commande manuelle ou par boutons-poussoirs);
- semi-automatique (c'est-à-dire en partie automatique, en partie non automatique).

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

5.3.1 Généralités

Les valeurs assignées relatives à un contacteur doivent être indiquées conformément aux Paragraphes 5.3.2 à 5.4 et 5.7, mais il peut ne pas être nécessaire de spécifier toutes les valeurs énumérées.

5.3.2 Tensions assignées

Un contacteur est défini par les tensions assignées suivantes.

5.3.2.1 Tension assignée d'emploi (U_e)

Une tension assignée d'emploi d'un contacteur est une valeur de tension qui, combinée avec un courant assigné d'emploi, détermine l'emploi du contacteur, et à laquelle se rapportent les essais correspondants et la catégorie d'emploi.

Pour un contacteur unipolaire, la tension assignée d'emploi s'exprime généralement par la tension à travers le pôle.

Pour un contacteur multipolaire, elle s'exprime généralement par la tension entre phases.

NOTE 1 Un contacteur peut être caractérisé par un certain nombre de valeurs combinées de tensions assignées d'emploi et de courants ou de puissances assignées d'emploi correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

NOTE 2 Un contacteur peut être caractérisé par un certain nombre de tensions assignées d'emploi et de pouvoirs de fermeture et de coupure correspondant à différents services et différentes catégories d'emploi.

NOTE 3 L'attention est attirée sur le fait que la tension d'emploi peut être différente de la tension locale (voir 3.5.22) à l'intérieur d'un contacteur.

5.3.2.2 Tension assignée d'isolement (U_i)

La tension assignée d'isolement d'un contacteur est la valeur de tension à laquelle on se réfère pour des essais diélectriques et pour les lignes de fuite.

En aucun cas, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi ne doit dépasser celle de la tension assignée d'isolement.

NOTE Dans le cas des contacteurs pour lesquels la tension assignée d'isolement n'est pas spécifiée, la valeur la plus élevée de la tension assignée d'emploi est considérée comme étant la tension assignée d'isolement.

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

Valeur de crête d'une tension de choc, de forme et de polarité prescrites, que le contacteur est susceptible de supporter sans claquage, dans des conditions d'essai spécifiées, et à laquelle on se réfère pour les valeurs des distances d'isolement.

La tension assignée de tenue aux chocs d'un contacteur doit être égale ou supérieure aux valeurs fixées pour les surtensions transitoires apparaissant dans le circuit où est placé ce matériel.

NOTE Les valeurs préférentielles de la tension assignée de tenue aux chocs sont indiquées au Tableau 16.

5.3.3 Courants ou puissances

Un contacteur est défini par les courants suivants.

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

Le courant thermique conventionnel à l'air libre est la valeur maximale du courant d'essai à utiliser pour les essais d'échauffement d'un contacteur sans enveloppe à l'air libre (voir 9.3.3.3).

La valeur du courant thermique conventionnel à l'air libre doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir 5.3.3.3) du contacteur sans enveloppe, en service de 8 h (voir 5.3.5.1).

On entend par air libre, l'air qui existe à l'intérieur dans les conditions normales, raisonnablement exempt de courants d'air et de radiations externes.

NOTE 1 Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le contacteur.

NOTE 2 Un contacteur sans enveloppe est un contacteur fourni par le constructeur sans enveloppe ou un contacteur fourni par le constructeur avec une enveloppe intégrée qui n'est pas destinée normalement à être la seule enveloppe protégeant le contacteur.

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

Le courant thermique conventionnel sous enveloppe d'un contacteur est la valeur du courant, fixée par le constructeur, à utiliser pour les essais d'échauffement du contacteur lorsqu'il est monté dans une enveloppe spécifiée. Ces essais doivent être conformes à 9.3.3.3 et sont obligatoires si le contacteur est décrit comme contacteur sous enveloppe dans les catalogues du constructeur et normalement destiné à être utilisé avec une ou plusieurs enveloppes de type et de taille spécifiés (voir Note 2).

La valeur du courant thermique conventionnel sous enveloppe doit être au moins égale à la valeur maximale du courant assigné d'emploi (voir 5.3.3.3) du contacteur sous enveloppe en service de 8 h (voir 5.3.5.1).

Si le contacteur est normalement destiné à être utilisé dans des enveloppes non spécifiées, cet essai n'est pas obligatoire si l'essai au courant thermique conventionnel à l'air libre (I_{th}) a

été effectué. Dans ce cas, le constructeur doit être en mesure de fournir des indications sur la valeur du courant thermique sous enveloppe ou sur le facteur de déclassement.

NOTE 1 Ce courant n'est pas une caractéristique assignée et n'est pas obligatoirement marqué sur le contacteur.

NOTE 2 Un contacteur sous enveloppe est un contacteur normalement destiné à être employé avec un type et une taille d'enveloppe déterminés ou avec plus d'un type d'enveloppe.

5.3.3.3 Courants assignés d'emploi (I_e) ou puissances assignées d'emploi

Un courant assigné d'emploi d'un contacteur est défini par le constructeur et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir 5.3.2.1), du courant thermique conventionnel à l'air libre ou sous enveloppe, de la fréquence assignée (voir 5.3.4), du service assigné (voir 5.3.5), de la catégorie d'emploi (voir 5.4) et du type d'enveloppe de protection, le cas échéant.

Dans le cas de contacteurs pour la commande directe d'un seul moteur, l'indication d'un courant assigné d'emploi peut être remplacée ou complétée par celle de la puissance maximale disponible assignée, sous la tension assignée d'emploi considérée, du moteur pour lequel le contacteur est prévu. Le constructeur doit être en mesure de préciser la relation qui est admise entre le courant d'emploi et la puissance d'emploi.

5.3.4 Fréquence assignée

Fréquence d'alimentation pour laquelle un contacteur est établi et à laquelle correspondent les autres valeurs caractéristiques.

NOTE Un même contacteur peut avoir plusieurs fréquences assignées ou un domaine de fréquences assignées.

5.3.5 Services assignés

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants.

5.3.5.1 Service continu (service de 8 h)

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés, tout en étant parcourus par un courant constant pendant une durée assez longue pour qu'il puisse atteindre l'équilibre thermique mais ne dépassant pas 8 h sans interruption.

NOTE 1 Ce service est le service de référence d'après lequel les courants thermiques conventionnels I_{th} et I_{the} du contacteur sont déterminés.

NOTE 2 Par interruption, on entend la coupure du courant par la manœuvre du contacteur.

5.3.5.2 Service intermittent périodique ou service intermittent

Service avec des durées de fonctionnement en charge pendant lesquelles les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés, et dont la relation avec les durées sans charge est définie, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique.

Le service intermittent est caractérisé par la valeur du courant, par la durée de passage du courant et par le facteur de marche, qui est le rapport entre la durée du passage du courant et la durée totale, et qui est souvent exprimé par un pourcentage.

Suivant le nombre de cycles de manœuvres qu'ils doivent être capables d'effectuer par heure, les contacteurs sont répartis entre les classes préférentielles suivantes:

- classe 1: 1 cycle de manœuvre par heure;
- classe 3: 3 cycles de manœuvres par heure;
- classe 12: 12 cycles de manœuvres par heure;
- classe 30: 30 cycles de manœuvres par heure;

- classe 120: 120 cycles de manœuvres par heure;
- classe 300: 300 cycles de manœuvres par heure;
- classe 1 200: 1 200 cycles de manœuvres par heure.

Un contacteur destiné au service intermittent peut être désigné par les caractéristiques du service intermittent.

EXEMPLE Un service intermittent comprenant le passage d'un courant de 32 A pendant 2 min par période de 5 min peut être défini: 32 A, classe 12, 40 %.

5.3.5.3 Service temporaire

Service dans lequel les contacts principaux d'un contacteur demeurent fermés pendant des durées qui ne sont pas suffisamment longues pour permettre au contacteur d'atteindre l'équilibre thermique, les durées de fonctionnement en charge étant séparées par des durées sans charge d'une durée suffisante pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu refroidissant.

5.3.5.4 Service périodique

Service dans lequel le fonctionnement à charge constante ou variable est périodique.

5.3.6 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

Ce paragraphe donne les exigences générales relatives aux caractéristiques assignées pour des conditions normales de charge et de surcharge.

Les exigences détaillées figurent en 8.2.4.

5.3.6.1 Aptitude à supporter les courants de surcharge occasionnés par le démarrage de moteurs

Un contacteur destiné à connecter des moteurs doit pouvoir supporter les contraintes thermiques occasionnées par le démarrage et l'accélération d'un moteur à sa vitesse normale et par les surcharges de fonctionnement.

Les exigences à satisfaire sont données en 8.2.4.4.

5.3.6.2 Pouvoir assigné de fermeture

Les exigences concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.2. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur fonctionne suivant les exigences de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.6.3 Pouvoir assigné de coupure

Les exigences concernant les différentes catégories d'emploi (voir 5.4) sont données en 8.2.4.2. Les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ne sont valables que lorsque le contacteur fonctionne suivant les exigences de 8.2.1.1 et 8.2.1.2.

5.3.6.4 Fonctionnement conventionnel en service

Il est spécifié en 8.2.4.3, comme étant une série de manœuvres d'établissement et de coupure.

5.3.7 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le courant assigné de court-circuit conditionnel d'un contacteur est la valeur de courant présumé, fixée par le constructeur, que ce contacteur, protégé par un dispositif de protection contre les court-circuits spécifié par le constructeur, peut supporter de façon satisfaisante

pendant la durée de fonctionnement de ce dispositif dans les conditions d'essais spécifiées en 9.3.4.

Le constructeur doit indiquer les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits.

NOTE Le courant assigné de court-circuit conditionnel s'exprime par la valeur efficace de la composante alternative.

5.4 Catégorie d'emploi

5.4.1 Généralités

La catégorie d'emploi d'un contacteur définit l'application à laquelle il est destiné; elle est caractérisée par une ou plusieurs des conditions de service suivantes:

- courant(s), exprimé(s) en multiple(s) du courant assigné d'emploi;
- tension(s), exprimée(s) en multiple(s) de la tension assignée d'emploi;
- facteur de puissance.

Les catégories d'emploi normales sont données au Tableau 1.

Chaque catégorie d'emploi est caractérisée par les valeurs des courants, des tensions, des facteurs de puissance et des autres données des Tableaux 7 et 9 ainsi que par les conditions d'essais spécifiées dans la présente norme.

Il est donc inutile de spécifier séparément les pouvoirs assignés de fermeture et de coupure puisque ces valeurs dépendent directement de la catégorie d'emploi comme l'indique le Tableau 7.

Sauf spécification contraire, les contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b sont conçus en fonction des caractéristiques de démarrage des moteurs compatibles avec les pouvoirs de fermeture du Tableau 7. Lorsque le courant de démarrage d'un moteur dont le rotor est bloqué dépasse ces valeurs, il convient de diminuer en conséquence le courant d'emploi.

5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais

Un contacteur qui a été soumis aux essais pour une catégorie d'emploi ou à toute combinaison de paramètres (tels que tension et courant d'emploi maximaux, etc.), peut se voir attribuer une catégorie d'emploi sans essai complémentaire pourvu que les grandeurs d'essai, tensions, courants, facteurs de puissance, nombre de cycles de manœuvres, durées de passage du courant et durées de repos figurant aux Tableaux 7 et 9 et que le circuit d'essai pour la catégorie d'emploi attribuée ne soient pas plus sévères que ceux auxquels le contacteur a été soumis pendant les essais et que l'échauffement ait été vérifié à un courant au moins égal à la valeur maximale du courant assigné d'emploi en service continu.

Tableau 1 – Catégories d'emploi

Catégories d'emploi ^a	Applications caractéristiques
AC-7a	Charges faiblement inductives
AC-7b	Commande de moteurs ^b
AC-7c	Commande de lampes à décharge électrique avec compensation ^c

- | | |
|---|--|
| a | Les contacteurs peuvent avoir d'autres catégories d'emploi; dans ce cas, ils doivent répondre aux exigences de la CEI 60947-4-1 pour ces catégories d'emploi. |
| b | La catégorie AC-7b peut être utilisée pour des marches par à-coups occasionnelles ou inversions de marche de durée limitée; il convient que le nombre de ces manœuvres pendant ces périodes de temps limitées ne dépasse pas normalement 5/min ni plus de 10 pour une durée de 10 min. |
| c | Cette catégorie est similaire à la catégorie AC-6b telle que définie dans la CEI 60947-4-1 pour la commande de batteries de condensateurs, la caractéristique étant très dépendante de la valeur de la capacité du circuit d'alimentation des lampes. |

5.5 Circuits de commande

Les caractéristiques des circuits de commande sont:

- la nature du courant;
- la fréquence assignée;
- la tension assignée des circuits de commande U_c (nature et fréquence);
- la tension assignée d'alimentation de commande U_s (nature et fréquence), le cas échéant;
- l'aptitude au raccordement aux circuits TBTS.

NOTE Une distinction est faite ci-dessus entre la tension des circuits de commande, qui est la tension qui apparaîtrait entre les contacts «a» (voir 3.3.11) dans le circuit de commande et la tension d'alimentation de commande, qui est la tension appliquée aux bornes d'entrée des circuits de commande du contacteur et qui peut être différente de la tension des circuits de commande en raison de la présence d'appareils incorporés tels que transformateurs, redresseurs, résistances, etc.

La tension assignée du circuit de commande et la fréquence assignée, s'il y a lieu, sont les valeurs sur lesquelles sont basées les caractéristiques de fonctionnement et d'échauffement du circuit de commande.

5.6 Circuits auxiliaires

Les caractéristiques des circuits auxiliaires sont le nombre et la nature des contacts (contact «a», contact «b», etc.) de chacun de ces circuits et leurs caractéristiques assignées, suivant la CEI 60947-5-1.

Les caractéristiques des contacts et des interrupteurs auxiliaires doivent être conformes aux exigences de la norme ci-dessus.

5.7 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

Les contacteurs sont caractérisés par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) à utiliser pour assurer une protection adéquate du contacteur contre les courants de court-circuit. Les exigences sont données en 8.2.5.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur.

6.1.1 Identification

- a) nom du constructeur ou sa marque de fabrique;

- b) désignation du type ou le numéro de série;
- c) numéro de la présente norme si le constructeur déclare y être conforme.

6.1.2 Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation

- d) tensions assignées d'emploi (voir 5.3.2.1);
- e) catégorie d'emploi et courants assignés d'emploi (ou les puissances assignées), à la tension assignée d'emploi (voir 5.3.3.3 et 5.4);
- f) valeur de la (des) fréquence(s) assignée(s), par exemple: 50 Hz ou 50 Hz/60 Hz;
- g) service assigné avec l'indication de la classe de service intermittent, s'il y a lieu (voir 5.3.5).

Valeurs associées:

- h) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure. Ces indications peuvent être remplacées, s'il y a lieu, par l'indication de la catégorie d'emploi (voir Tableau 7);

Sécurité et installation:

- i) tension assignée d'isolement (voir 5.3.2.2);
- j) tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.2.3), le marquage de U_{imp} n'est pas requis s'il est égal à 4 kV;
- k) code IP, dans le cas d'un contacteur sous enveloppe (voir 8.1.11);
- l) degré de pollution (voir 7.1.3.2);
- m) courant assigné de court-circuit conditionnel (voir 5.3.7) et le type, le courant assigné et les caractéristiques du DPCC associé;
- n) disponible.

Circuits de commande (voir 5.5):

Les informations suivantes relatives aux circuits de commande doivent figurer soit sur la bobine, soit sur le contacteur:

- o) tension assignée des circuits de commande (U_c), nature du courant et fréquence assignée;
- p) si nécessaire, nature du courant, fréquence assignée et tension assignée d'alimentation de commande (U_s);

Pour les contacteurs dont le circuit de commande est destiné à être raccordé à une alimentation TBTS:

- q) aptitude du circuit de commande à être relié à une alimentation TBTS, le circuit principal étant alimenté par une tension de valeur supérieure à celle du circuit TBTS.

Circuits auxiliaires:

- r) caractéristiques assignées des circuits auxiliaires (voir 5.6).

6.2 Marquage

Les marquages doivent être indélébiles et facilement lisibles.

Le marquage du nom du constructeur ou de la marque de fabrique et de la désignation du type ou du numéro de série est obligatoire sur le contacteur, de préférence sur la plaque signalétique, s'il y a lieu, de manière à permettre d'obtenir tous les renseignements auprès du constructeur.

NOTE 1 Aux Etats-Unis et au Canada, la tension assignée d'emploi U_e peut être marquée de la manière suivante:

- a) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 4 conducteurs, par la valeur de la tension entre phase et terre et par celle de la tension entre phases, par exemple 277/480 V;
- b) sur le matériel pour emploi sur des réseaux triphasés 3 conducteurs, par la valeur de la tension entre phases, par exemple 480 V.

Les indications suivantes doivent être marquées et visibles après le montage:

- sens du mouvement de l'organe de commande (voir 8.1.5.3), le cas échéant;
- indication de la position de l'organe de commande (voir aussi 8.1.6.1 et 8.1.6.2);
- référence à la présente norme, si le constructeur déclare s'y conformer.

Les indications suivantes doivent être marquées et visibles après le câblage, avant l'installation des enveloppes et couvercles:

- symboles, code de couleur ou code littéral pour les contacteurs miniaturisés;
- identification et marquage des bornes (voir 8.1.7.4);
- code IP et classe de protection contre les chocs électriques, s'il y a lieu (marqués de préférence sur le contacteur, dans la mesure du possible).

Les marques ne doivent pas être apposées sur des vis, des rondelles amovibles ou d'autres pièces amovibles.

L'indication k) doit figurer sur l'enveloppe, le cas échéant.

L'indication c) doit figurer sur la plaque signalétique.

Les indications d) à j) et l) à r) doivent figurer sur la plaque signalétique, ou sur le contacteur ou dans les notices du constructeur.

Le marquage des bornes doit être conforme à l'Annexe A de la présente norme.

NOTE 2 Les catégories d'emploi supplémentaires conformes à la CEI 60947-4-1 peuvent aussi être marquées (voir la note de bas de tableau a du Tableau 1).

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

Le constructeur doit, s'il y a lieu, spécifier dans ses documents ou catalogues, les instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien du contacteur en cours de fonctionnement et après un défaut.

Si nécessaire, les instructions pour le transport, l'installation et le fonctionnement du contacteur doivent préciser les mesures ayant une importance particulière pour l'installation convenable du contacteur, sa réception et son fonctionnement.

Les documents ci-dessus doivent indiquer l'étendue et la fréquence recommandées pour l'entretien, s'il y a lieu.

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

7.1 Conditions normales de service

Les contacteurs conformes à la présente norme doivent pouvoir fonctionner dans les conditions normales suivantes.

7.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas +40 °C et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est de –5 °C.

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du contacteur s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

Les contacteurs prévus pour fonctionner à des températures d'air ambiant supérieures à +40 °C (en particulier dans les pays tropicaux) ou inférieures à –5 °C doivent être conçus spécialement ou utilisés conformément aux informations données dans les catalogues du constructeur.

7.1.2 Altitude

L'altitude du lieu d'installation n'excède pas 2 000 m.

Pour des installations à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air.

Les contacteurs prévus pour être utilisés dans ces conditions doivent être conçus spécialement ou utilisés conformément à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

Les informations données dans le catalogue du constructeur peuvent constituer un tel accord.

7.1.3 Conditions atmosphériques

7.1.3.1 Humidité

Le degré d'humidité relative de l'air ne dépasse pas 50 % à la température maximale de +40 °C. Des degrés d'humidité relative plus élevés peuvent être admis à des températures plus basses, par exemple 90 % à +20 °C. Des précautions spéciales peuvent être nécessaires en cas de condensation occasionnelle provoquée par des variations de température.

NOTE Les degrés de pollution définis en 7.1.3.2 définissent les conditions d'environnement de manière plus précise.

7.1.3.2 Degré de pollution

Le degré de pollution (voir 3.5.26) se rapporte aux conditions d'environnement pour lesquelles est prévu le contacteur.

NOTE C'est le micro-environnement de la ligne de fuite ou de la distance d'isolement et non l'environnement du contacteur qui agit sur l'isolement. Le micro-environnement peut être meilleur ou pire que l'environnement du contacteur. Il comprend tous les facteurs qui influencent l'isolation, tels que conditions climatiques et électromagnétiques, création de pollution, etc.

Pour les contacteurs destinés à être utilisés dans une enveloppe ou munis d'une enveloppe intégrée, le degré de pollution à l'intérieur de l'enveloppe est applicable.

Pour évaluer les distances d'isolement et les lignes de fuite, on distingue les quatre degrés de pollution suivants au niveau du micro-environnement (les distances d'isolement et les lignes de fuite sont données aux Tableaux 17 et 18 en fonction des différents degrés de pollution):

Degré de pollution 1:

Il n'existe pas de pollution ou seulement une pollution sèche non conductrice.

Degré de pollution 2:

Présence normale d'une pollution non conductrice seulement. On peut cependant, occasionnellement, s'attendre à une conductivité temporaire provoquée par la condensation.

Degré de pollution 3:

Présence d'une pollution conductrice ou d'une pollution sèche non conductrice qui devient conductrice par suite de condensation.

Degré de pollution 4:

La pollution provoque une conductivité persistante, pollution causée, par exemple, par de la poussière conductrice ou par de la neige ou de la pluie.

Degré de pollution normal pour les applications domestiques et similaires:

Les contacteurs pour applications domestiques et similaires sont, en général, destinés à être utilisés dans un environnement de degré de pollution 2.

7.1.4 Conditions normales d'environnement électromagnétique

Les conditions normales d'environnement électromagnétique concernent les réseaux publics de distribution électrique à basse tension tels que les installations/sites résidentiels, commerciaux et pour l'industrie légère.

7.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Les conditions pendant le transport et le stockage, par exemple température et humidité, sont celles définies en 7.1. Toutefois, sauf spécification contraire, la gamme des températures suivantes s'applique pendant le transport et le stockage: entre -25 °C et $+55\text{ °C}$ et, pour de courtes périodes n'excédant pas 24 h, jusqu'à $+70\text{ °C}$.

7.3 Montage

Le contacteur doit être monté suivant les indications du constructeur.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement**8.1 Dispositions constructives****8.1.1 Généralités**

Le contacteur et, le cas échéant, son enveloppe, intégrée ou non, doit être conçu et construit de façon à résister aux contraintes subies pendant son installation et en service normal. Il doit en outre avoir un degré spécifié de résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu.

NOTE Un contacteur sous enveloppe est un contacteur monté dans une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir seulement un contacteur.

8.1.2 Matériaux**8.1.2.1 Généralités**

La convenance des matériaux utilisés est vérifiée en effectuant les essais suivants sur le contacteur et/ou si cela n'est pas faisable sur des pièces (parties) prélevées sur celui-ci.

- résistance au vieillissement (voir 8.1.2.2)
- résistance à l'humidité (voir 8.1.2.3)

- résistance à la chaleur (voir 8.1.2.4)
- résistance à la chaleur anormale et au feu (voir 8.1.2.5)
- résistance à la rouille (voir 8.1.2.6)

En ce qui concerne la résistance à la chaleur, à la chaleur anormale et aux risques du feu, la priorité doit être donnée aux essais effectués sur le contacteur ou sur une pièce convenable prélevée sur celui-ci.

Toutefois, dans certains cas, des essais sur des matériaux peuvent être effectués pour des raisons pratiques, comme une alternative aux essais effectués sur le contacteur.

8.1.2.2 Résistance au vieillissement

Les contacteurs doivent résister au vieillissement.

En général, il est seulement nécessaire de soumettre aux essais les contacteurs comportant (ou fournis avec) des enveloppes ou des pièces en p.v.c. ou en matériau plastique similaire ainsi que les pièces en caoutchouc telles que bagues d'étanchéité ou joints.

La conformité à ces dispositions est vérifiée par inspection et, si nécessaire, par un essai suivant 9.2.2.1.

8.1.2.3 Résistance à l'humidité

Le contacteur doit être protégé contre les effets de l'humidité qui peut se produire en service normal.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.2.2.

8.1.2.4 Résistance à la chaleur

Toutes les parties des contacteurs sous enveloppe, partiellement sous enveloppe ou sans enveloppe, destinées à empêcher l'accès aux parties actives ne doivent pas être endommagées par la plus haute température susceptible d'être atteinte en service normal.

La conformité doit être vérifiée par les essais spécifiés en 9.2.2.3.1 et 9.2.2.3.2.

8.1.2.5 Résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu

Les pièces en matériau isolant qui pourraient être exposées aux contraintes thermiques dues aux effets de l'électricité et dont la détérioration pourrait mettre en cause la sécurité du contacteur, ne doivent pas être sévèrement affectées par une chaleur anormale ou par le feu.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.2.4.

Si l'essai spécifié doit être effectué sur plus d'un endroit du même échantillon, des précautions doivent être prises pour s'assurer que des détériorations causées par les essais précédents n'affectent pas les résultats de l'essai à effectuer. Les petites pièces dont les dimensions superficielles n'excèdent pas 14 mm × 14 mm ne sont pas soumises à l'essai.

8.1.2.6 Résistance à la rouille

Les parties ferreuses du contacteur, y compris les enveloppes et les couvercles, mais à l'exception des faces polaires des électro-aimants, doivent être protégées contre la rouille.

La conformité doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.2.5.

8.1.3 Résistance des vis ou écrous autres que ceux des bornes qui sont prévus pour être manœuvrés au cours de l'installation ou de l'entretien

Les vis ou écrous destinés à être manœuvrés pendant l'installation ou l'entretien selon les recommandations du constructeur, doivent résister aux contraintes mécaniques qui se produisent en service normal.

Les vis autotaraudeuses à déformation et à découpe prévues pour l'assemblage mécanique seulement peuvent être utilisées à condition que les vis soient fournies assemblées avec la pièce dans laquelle elles doivent être vissées.

Un exemple de vis autotaraudeuse à déformation est montré en Figure 1. Un exemple de vis autotaraudeuse à découpe est montré en Figure 2. De plus, les vis autotaraudeuses à découpe prévues pour être manœuvrées par l'installateur doivent être captives de la pièce correspondante de l'accessoire.

Les vis ou écrous qui transmettent une pression de contact doivent s'engager dans un taraudage ou filetage métallique.

Pour les connexions électriques, aucune pression de contact ne doit être transmise au travers de matériaux isolants autres que la céramique ou un matériau similaire avec des caractéristiques non moins valables et compensées pour toute possibilité de rétreint ou de fléchissement.

La conformité doit être vérifiée par examen et par l'essai décrit en 9.2.3.

8.1.4 Disponible

8.1.5 Organe de commande

8.1.5.1 Généralités

Les exigences décrites en 8.1.5.2 et 8.1.5.3 sont applicables aux contacteurs munis d'un organe de commande manuel.

8.1.5.2 Isolement

L'organe de commande du contacteur doit être isolé des parties actives pour la tension assignée d'isolement et, s'il y a lieu, la tension assignée de tenue aux chocs.

De plus:

- s'il est en métal, il doit pouvoir être raccordé de façon sûre à un conducteur de protection sauf s'il est pourvu d'une isolation supplémentaire satisfaisante;
- s'il est en matériau isolant ou recouvert d'un tel matériau, toutes ses parties métalliques internes, qui pourraient devenir accessibles en cas de défaut de l'isolation, doivent aussi être isolées des parties actives pour la tension assignée d'isolement.

8.1.5.3 Sens du mouvement

Le sens de manœuvre des organes de commande des appareils doit normalement être conforme à la CEI 60447. Lorsque des appareils ne peuvent pas être conformes à ces exigences, par exemple par suite d'applications spéciales ou d'autres positions de montage, ils doivent porter un marquage clair afin qu'il n'y ait pas doute sur les positions «I» ou «O» et le sens de manœuvre.

8.1.5.4 Montage

Les organes de commande montés sur des panneaux démontables ou des portes doivent être conçus pour être dans la position convenable par rapport au mécanisme associé lors du remplacement ou de la fermeture.

8.1.6 Indication des positions ARRÊT et MARCHÉ

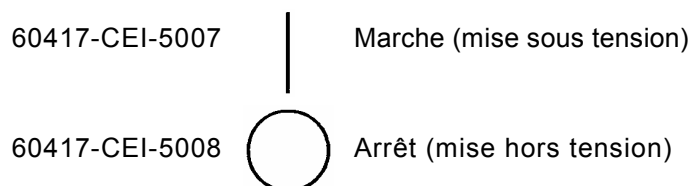
8.1.6.1 Dispositifs indicateurs

Lorsqu'un contacteur est muni de dispositifs indiquant la position de fermeture et la position d'ouverture, ces positions doivent être distinctes et nettement repérées.

NOTE Dans le cas de contacteurs sous enveloppe, cette indication peut être visible ou non de l'extérieur.

Cette indication est donnée par un indicateur de position (voir 3.3.16).

Si l'on utilise des symboles, ceux-ci doivent être employés pour indiquer respectivement la position de fermeture et celle d'ouverture, conformément à la CEI 60417:



Pour les contacteurs manœuvrés à l'aide de deux boutons-poussoirs, seul le bouton-poussoir destiné à la manœuvre d'ouverture doit être rouge, ou marqué du symbole «O».

La couleur rouge ne doit être utilisée pour aucun autre bouton-poussoir.

Les couleurs des autres boutons-poussoirs, des boutons-poussoirs lumineux et des voyants lumineux doivent être conformes à la CEI 60073.

8.1.6.2 Indication par l'organe de commande

Lorsque l'organe de commande est utilisé pour indiquer la position des contacts, il doit automatiquement, lorsqu'il est relâché, se mettre ou rester à la position correspondant à celle des contacts mobiles; dans ce cas, l'organe de commande doit avoir deux positions de repos distinctes correspondant à celles des contacts mobiles, mais une troisième position distincte de l'organe de commande peut être prévue, en cas d'ouverture automatique.

8.1.7 Bornes

8.1.7.1 Dispositions constructives

Toutes les pièces des bornes qui maintiennent le contact et assurent le passage du courant doivent être en métal de résistance mécanique adéquate.

Les raccordements par bornes doivent être exécutés de telle sorte que les conducteurs puissent être raccordés à l'aide de vis, de ressorts ou d'autres moyens équivalents, permettant d'assurer en permanence la pression de contact nécessaire.

Les bornes doivent être réalisées de façon telle que les conducteurs puissent être fixés entre des surfaces adéquates, sans dommage appréciable, aux conducteurs ou aux bornes.

Les bornes ne doivent pas permettre aux conducteurs de se déplacer, ni pouvoir être elles-mêmes déplacées de façon nuisible au fonctionnement du contacteur et la tension d'isolement ne doit pas tomber en dessous des valeurs assignées.

Les exigences de ce paragraphe doivent être vérifiées par les essais décrits en 9.2.5.2, 9.2.5.3 et 9.2.5.4, suivant le cas.

NOTE Les pays d'Amérique du Nord ont des exigences particulières pour les bornes convenant au raccordement de conducteurs en aluminium et leur marquage afin de repérer l'emploi de conducteurs en aluminium.

8.1.7.2 Capacité de raccordement

Le constructeur doit préciser le type (rigide – à âme massive ou câblée – ou souple), les sections minimale et maximale des conducteurs convenant à la borne, et, le cas échéant, le nombre de conducteurs raccordables simultanément à la borne. Toutefois, la section maximale ne doit pas être inférieure à celle qui est fixée en 9.3.3.3 pour l'essai d'échauffement et la borne doit être adaptée à un conducteur du même type (rigide – à âme massive ou câblée – ou souple) inférieur d'au moins deux tailles comme indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 2.

Les valeurs normales des sections des conducteurs ronds en cuivre (exprimées à la fois en unités du système métrique et en taille AWG/MCM) sont indiquées au Tableau 2 qui donne aussi la correspondance approximative entre les dimensions des conducteurs exprimées suivant le système métrique de l'ISO et celles exprimées suivant le système AWG/MCM.

Tableau 2 – Sections normales des conducteurs ronds en cuivre

Sections (suivant ISO)	AWG/MCM	
	Tailles	Sections équivalentes
mm ²		mm ²
0,2	24	0,205
–	22	0,324
0,5	20	0,519
0,75	18	0,82
1	–	–
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4	12	3,3
6	10	5,3
10	8	8,4
16	6	13,3
25	4	21,2
35	2	33,6

NOTE Le tiret, quand il existe, est compté comme une section par référence à la capacité de raccordement.

8.1.7.3 Raccordement

Les bornes pour le raccordement des conducteurs extérieurs doivent être aisément accessibles au cours de l'installation.

Les vis et écrous de serrage ne doivent pas être utilisés pour la fixation de tout autre élément, bien qu'ils puissent maintenir les bornes à leur place ou les empêcher de tourner.

8.1.7.4 Identification et marquage des bornes

Les bornes doivent être identifiées de façon claire et permanente, conformément à la CEI 60445.

Les bornes destinées exclusivement au raccordement du conducteur neutre doivent être repérées par la lettre «N», conformément à la CEI 60445.

La borne de terre de protection doit être repérée conformément à 8.1.9.3.

Des exigences supplémentaires pour le marquage et l'identification des bornes sont données en Annexe A.

8.1.8 Exigences supplémentaires pour les contacteurs dotés d'un pôle neutre

Lorsqu'un contacteur est doté d'un pôle destiné exclusivement au raccordement du neutre, ce pôle doit être clairement repéré à cet effet par la lettre «N» (voir 8.1.7.4).

Un pôle neutre interrompu ne doit pas couper le courant avant les autres pôles et ne doit pas établir le courant après les autres pôles.

La valeur du courant thermique conventionnel doit être la même pour tous les pôles.

8.1.9 Dispositions pour assurer la mise à la terre

8.1.9.1 Dispositions constructives

Les masses (par exemple: châssis, bâti et parties fixes des enveloppes métalliques) autres que celles qui ne peuvent pas constituer un danger doivent être électriquement réunies entre elles et reliées à une borne de terre de protection pour le raccordement à une prise de terre ou à un conducteur de protection extérieur.

Cette exigence peut être satisfaite par les parties normales de construction qui offrent une continuité électrique convenable et s'applique au contacteur utilisé seul ou incorporé dans un ensemble.

Les masses sont considérées comme ne constituant pas un danger si elles ne peuvent être touchées sur des grandes surfaces ou saisies à la main ou si elles sont de petite taille (environ 50 mm × 50 mm) ou disposées de telle sorte qu'elles excluent tout contact avec des parties actives.

Des exemples de telles masses sont les vis, rivets, plaques signalétiques, noyaux de transformateurs, électro-aimants et certaines pièces de déclencheurs quelle que soit leur taille.

8.1.9.2 Borne de terre de protection

La borne de terre de protection doit être aisément accessible et disposée de telle manière que la liaison du contacteur à la prise de terre ou au conducteur de protection subsiste lorsque le couvercle ou toute autre partie amovible est enlevé.

La borne de terre de protection doit être convenablement protégée contre la corrosion.

Dans le cas de contacteurs ayant des structures conductrices, enveloppes, etc., des dispositions doivent être prises, si nécessaire, pour assurer la continuité électrique entre les masses de ce contacteur et les gaines métalliques des conducteurs de raccordement.

La borne de terre de protection ne doit pas avoir d'autre fonction, sauf quand elle est destinée à être raccordée à un conducteur PEN. Dans ce cas, elle doit avoir également la fonction d'une borne de neutre et satisfaire en outre aux exigences applicables à la borne de terre de protection.

8.1.9.3 Marquage et identification de la borne de terre de protection


La borne de terre de protection doit être identifiée de façon claire et permanente par son marquage.

L'identification doit être réalisée par la couleur (vert-jaune) ou par la notation PE ou PEN, suivant le cas, conformément à la CEI 60445 :2006, Paragraphe 7, ou, dans le cas du PEN, par un symbole graphique sur le contacteur.

Le symbole graphique à utiliser est le symbole:

60417-IEC-5019  Terre de protection

conforme à la CEI 60417.

NOTE Le symbole  (60417-IEC-5017) recommandé précédemment est progressivement remplacé par le symbole préférentiel 60417-IEC-5019 donné ci-dessus.

8.1.10 Enveloppes

8.1.10.1 Généralités

Les exigences ci-après ne s'appliquent qu'aux enveloppes fournies avec le contacteur ou destinées à être utilisées avec celui-ci.

8.1.10.2 Conception

L'enveloppe doit être conçue de telle sorte que, lorsqu'elle est ouverte et que les autres dispositifs de protection, s'il y a lieu, sont retirés, toutes les parties auxquelles on doit pouvoir accéder pour l'installation et l'entretien, selon les exigences du constructeur, soient facilement accessibles.

Un espace suffisant doit être ménagé à l'intérieur de l'enveloppe pour le passage des conducteurs venant de l'extérieur, depuis leur entrée dans l'enveloppe jusqu'aux bornes, pour assurer un raccordement convenable.

Les parties fixes d'une enveloppe métallique doivent être reliées électriquement aux autres masses du contacteur et raccordées à une borne permettant leur raccordement à la terre ou à un conducteur de protection.

En aucun cas, une partie métallique amovible de l'enveloppe ne doit, lorsqu'elle est en place, se trouver isolée de la partie où est fixée la borne de terre.

Les parties amovibles de l'enveloppe doivent être solidement assujetties aux parties fixes par un dispositif tel qu'elles ne puissent se desserrer ni se détacher fortuitement en raison du fonctionnement du contacteur ou sous l'effet de ses vibrations.

Pour les enveloppes de degré de protection IP1X à IP4X inclus, un espace suffisant doit être prévu pour installer un orifice de vidange; cet orifice de vidange doit satisfaire aux exigences de la CEI 60947-1.

Les enveloppes doivent avoir une résistance mécanique adéquate (voir 8.1.12).

En outre, il ne doit pas être possible de retirer un couvercle de l'enveloppe sans l'aide d'un outil.

Une enveloppe intégrée est considérée comme une partie non amovible.

Si l'enveloppe est utilisée pour le montage de boutons-poussoirs, ceux-ci ne doivent pas pouvoir être retirés de l'extérieur de l'enveloppe.

8.1.10.3 Isolement

Si, afin d'empêcher tout contact entre une enveloppe métallique et les parties actives, l'enveloppe est complètement ou partiellement revêtue d'un matériau isolant, ce revêtement doit adhérer de façon sûre à l'enveloppe.

La conformité est vérifiée par examen.

8.1.11 Degrés de protection des contacteurs sous enveloppe

La CEI 60529 définit les degrés de protection des matériels sous enveloppe et le guide d'application de cette norme aux contacteurs est à l'étude.

8.1.12 Résistance aux impacts

Les parties externes des contacteurs sous enveloppe, partiellement sous enveloppe et les parties des contacteurs sans enveloppe doivent résister aux impacts qui pourraient être attendus en service normal.

La conformité est vérifiée par l'essai décrit en 9.2.6.

8.1.13 Durabilité des marquages

Le contacteur doit être muni d'une plaque signalétique marquée d'une façon durable.

La conformité à cette exigence doit être vérifiée par l'essai spécifié en 9.2.7.

8.2 Dispositions relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Le contacteur doit être manœuvré conformément aux instructions du constructeur.

Les contacts mobiles des contacteurs multipolaires destinés à assurer simultanément l'établissement et la coupure doivent être accouplés mécaniquement de manière telle que tous les pôles soient fermés ou coupés pratiquement en même temps, que la manœuvre soit manuelle ou automatique (cependant pour un pôle neutre interrompu, voir 8.1.8).

8.2.1.2 Limites de fonctionnement

Les contacteurs doivent se fermer de manière satisfaisante pour toute valeur de la tension d'alimentation de commande U_s comprise entre 85 % et 110 %. Lorsqu'un domaine de tension est annoncé, la valeur de 85 % doit s'appliquer à la valeur inférieure du domaine et la valeur de 110 % doit s'appliquer à la valeur supérieure du domaine.

Les limites entre lesquelles les contacteurs doivent relâcher leurs contacts et s'ouvrir complètement vont de 75 % à 20 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_s .

Lorsqu'un domaine de tension est spécifié, la valeur de 20 % doit s'appliquer à la valeur supérieure du domaine et la valeur de 75 % à la valeur inférieure du domaine.

Les valeurs limites pour la fermeture sont valables après que les bobines aient atteint une température stable correspondant à l'application indéfinie de 100 % U_s à une température ambiante de +40 °C.

Les valeurs limites pour la retombée sont valables lorsque la résistance du circuit de la bobine est égale à celle obtenue à –5 °C. Ceci peut être vérifié par le calcul en se servant des valeurs obtenues à la température ambiante normale.

Ces limites sont valables à la fréquence annoncée, le cas échéant.

8.2.2 Echauffement

8.2.2.1 Généralités

Les exigences de 8.2.2, 8.2.2.2, 8.2.2.3 et 8.2.2.4 sont applicables aux contacteurs à l'état neuf et propre.

Les échauffements des différents organes du contacteur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées en 9.3.3.3, ne doivent pas dépasser les valeurs limites précisées en 8.2.2.2 et 8.2.2.3 et dans le Tableau 3.

NOTE 1 Les échauffements en service normal peuvent être différents des valeurs d'essai, suivant les conditions d'installation et la taille des conducteurs raccordés.

Tableau 3 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air

Classes des matières isolantes	Limites d'échauffement (mesures effectuées par variation de résistance) K
	Bobines dans l'air
A	85
E	100
B	110
F	135
H	160

NOTE La classification des isolations est celle figurant dans la CEI 60085.

NOTE 2 Les limites d'échauffements indiquées dans le Tableau 3 et au Tableau 5 ne sont valables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites –5 °C et +40 °C.

8.2.2.2 Bornes

L'échauffement des bornes ne doit pas dépasser les valeurs précisées au Tableau 4.

Tableau 4 – Limites d'échauffement des bornes

Matériaux de la borne	Limites d'échauffement
	K ^a
Cuivre nu	60
Laiton nu	65
Cuivre laiton ou étamé	65
Cuivre ou laiton argenté ou nickelé	70 ^a
Autres métaux	b
<p>^a La limite d'échauffement de 70 K pour les bornes est basée sur le raccordement de câbles isolés au PVC.</p> <p>L'emploi en service de conducteurs notablement plus petits que ceux figurant dans le Tableau 15 pourrait conduire à des températures des bornes et des parties internes plus élevées et il est conseillé de ne pas utiliser de tels conducteurs sans l'accord du constructeur puisque des températures plus élevées pourraient rendre le contacteur défectueux.</p> <p>^b Les limites d'échauffement doivent être fixées en fonction de l'expérience acquise en service ou des essais de durée, mais ne pas dépasser 65 K.</p>	

8.2.2.3 Parties accessibles

L'échauffement des parties accessibles ne doit pas dépasser les valeurs précisées au Tableau 5.

Tableau 5 – Limites d'échauffement des parties accessibles

Parties accessibles	Limites d'échauffement ^a
	K
Organes de commande manuelle:	
Métalliques	15
Non métalliques	25
Parties destinées à être touchées mais pas tenues à la main:	
Métalliques	30
Non métalliques	40
Parties qu'il n'est pas nécessaire de toucher en service normal:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
Parties non destinées à être touchées en service normal	
Parties extérieures d'enveloppes adjacentes à des entrées de câbles:	
Métalliques	40
Non métalliques	50
<p>^a Des valeurs différentes peuvent être prescrites pour des conditions d'essai différentes et pour des appareils de petites dimensions, mais ne dépassant pas de plus de 10 K les valeurs de ce tableau.</p>	

8.2.2.4 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement figurant aux Tableaux 4 et 5 ne sont applicables que si la température de l'air ambiant reste comprise entre les limites indiquées en 7.1.1.

8.2.2.5 Circuit principal

Le circuit principal d'un contacteur doit pouvoir supporter, sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées en 8.2.2.2 lorsqu'il est soumis aux essais conformément à 9.3.3.3.4:

- son courant thermique conventionnel (voir 5.3.3.1 et/ou 5.3.3.2) dans le cas d'un contacteur prévu pour un service continu.
- son courant assigné d'emploi (voir 5.3.3.3) dans le cas d'un contacteur prévu pour un service intermittent ou un service périodique.

8.2.2.6 Circuits de commande

Les circuits de commande d'un contacteur doivent permettre d'assurer le service assigné suivant 5.3.5 ainsi que d'effectuer les essais d'échauffement spécifiés en 9.3.3.3.5 sans que les échauffements dépassent les limites fixées aux Tableaux 3, 4 et 5.

8.2.2.7 Enroulements des bobines et des électro-aimants

8.2.2.7.1 Enroulements pour service de 8 heures (service continu)

Le circuit principal étant parcouru par un courant égal à la valeur maximale du courant selon 8.2.2.5, les enroulements des bobines doivent supporter en régime continu et à la fréquence assignée la tension assignée d'alimentation de commande, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 3 et en 8.2.2.3.

8.2.2.7.2 Enroulements pour service intermittent

Le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant, les enroulements des bobines doivent supporter à la fréquence assignée leur tension assignée d'alimentation de commande comme indiqué au Tableau 6, suivant leur classe de service intermittent, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées dans le Tableau 3 et en 8.2.2.3.

Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent

Classes de service intermittent	Un cycle de manœuvre de fermeture-ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
1	3 600 s	Le temps de passage du courant doit normalement correspondre au facteur de marche spécifié par le constructeur
3	1 200 s	
12	300 s	
30	120 s	
300	12 s	
1 200	3 s	

8.2.2.7.3 Enroulements spéciaux (pour service temporaire et périodique)

Les enroulements spéciaux doivent être soumis aux essais dans les conditions de fonctionnement correspondant au service le plus sévère auquel ils peuvent être destinés et leurs caractéristiques assignées doivent être précisées par le constructeur.

8.2.2.8 Circuits auxiliaires

Les circuits auxiliaires d'un contacteur, y compris les interrupteurs auxiliaires, doivent pouvoir supporter leur courant thermique conventionnel sans que les échauffements ne dépassent les limites spécifiées dans les Tableaux 4 et 5 au cours des essais conformes à 9.3.3.3.7.

NOTE Si un circuit auxiliaire fait partie intégrante d'un contacteur, il suffit de le soumettre aux essais en même temps que le circuit principal, mais à son courant d'emploi réel.

8.2.2.9 Autres parties

Les échauffements qui ont lieu au cours de l'essai ne doivent occasionner aucun dommage aux parties transportant le courant des parties adjacentes du contacteur. En ce qui concerne les matériaux isolants, en particulier, le constructeur doit démontrer la conformité à ces dispositions en se référant à l'indice de température du matériau isolant (déterminé par exemple par les méthodes de la CEI 60216) ou par conformité à la CEI 60085.

8.2.3 Propriétés diélectriques

8.2.3.1 Généralités

Les propriétés diélectriques sont basées sur les publications fondamentales de sécurité CEI 60664-1 et CEI 61140.

- a) Les exigences ci-après donnent les moyens de réaliser la coordination de l'isolement d'un contacteur avec les conditions rencontrées dans l'installation.
- b) Le contacteur doit pouvoir supporter:
 - la tension assignée de tenue aux chocs (voir 5.3.2.3) correspondant à la catégorie de surtension figurant en Annexe F;
 - la tension de tenue à fréquence industrielle.

NOTE La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur est donnée en Annexe F.

La tension assignée de tenue aux chocs pour une valeur donnée de la tension assignée d'emploi ne doit pas être inférieure à celle qui correspond en Annexe F à la tension nominale et à la catégorie de surtension appropriée du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où le contacteur est destiné à être utilisé.

- c) Les exigences du présent paragraphe doivent être vérifiées par les essais décrits en 9.3.3.4.

8.2.3.2 Tension de tenue aux chocs

a) Circuit principal

- 1) Les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée au Tableau 16 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.
- 2) L'isolation solide d'un contacteur associée aux distances d'isolement point a) 1) ci-dessus doit être soumise à la tension de chocs spécifiée au point a) 1).

b) Circuits auxiliaires et circuits de commande

- 1) Pour les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui sont directement alimentés à partir du circuit principal à la tension assignée d'emploi, les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée au Tableau 16 en fonction de la tension de tenue aux chocs du circuit principal. Voir aussi 8.2.3.2, point a) 2).
- 2) Les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui ne sont pas alimentés directement à partir du circuit principal peuvent avoir une tenue aux surtensions différente de celle du circuit principal. Les distances d'isolement et l'isolation solide associée de ces circuits, alternatifs ou continus, doivent supporter la tension appropriée, conformément à l'Annexe F.

8.2.3.3 Tension de tenue à fréquence industrielle des circuits principaux, auxiliaires et de commande

- a) Les essais diélectriques à fréquence industrielle sont utilisés dans les cas suivants:
 - essais diélectriques considérés comme essais de type pour la vérification de l'isolation solide;

- vérification de la tenue diélectrique comme critère de défaut après les essais de type de manœuvre ou de court-circuit;
- essais individuels.

b) Essais de type des propriétés diélectriques

Les essais des propriétés diélectriques en tant qu'essais de type doivent être effectués conformément à 9.3.3.4.

c) Vérification de la tenue diélectrique après essais de manœuvre ou de court-circuit

La vérification de la tenue diélectrique après des essais de manœuvre et de court-circuit, comme critère de défaillance, est toujours effectuée à la tension à fréquence industrielle conformément à 9.3.3.4.1, point d).

d) Vérification de la tenue diélectrique au cours des essais individuels

Les essais destinés à déceler les défaillances de construction et celles des matériaux sont effectués à la tension à fréquence industrielle conformément à 9.3.3.4.2, point b).

8.2.3.4 Distances d'isolement

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur suffisante pour permettre au matériel de supporter la tension assignée de tenue aux chocs, conformément à 8.2.3.2.

Les distances d'isolement doivent avoir une valeur supérieure à celles du Tableau 17, pour le cas B (champ homogène) (voir 3.5.30), et être vérifiées par un essai sur prélèvement conformément à 9.3.3.4.3. Cet essai n'est pas exigé si les distances d'isolement correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs et au degré de pollution sont supérieures aux valeurs figurant au Tableau 17 pour le cas A (champ non homogène).

La méthode de mesure des distances d'isolement est donnée en Annexe E.

8.2.3.5 Lignes de fuite

a) Dimensions

Pour les degrés de pollution 1 et 2, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement associées déterminées conformément à 8.2.3.4. Pour le degré de pollution 3, les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux distances d'isolement du cas A (Tableau 17) pour réduire les risques de décharge disruptive occasionnée par des surtensions, même si ces distances d'isolement sont inférieures aux valeurs du cas A, comme permis en 8.2.3.4.

La méthode de mesure des lignes de fuite est donnée en Annexe E.

Les lignes de fuite doivent correspondre au degré de pollution tel qu'il est spécifié en 7.1.3.2 et au groupe de matériau correspondant à la tension assignée d'isolement ou à la tension locale donnée au Tableau 18.

Les groupes de matériau sont classés comme suit, selon la gamme de valeurs de l'indice de résistance au cheminement (IRC) (voir 3.5.33):

- Groupe de matériau I $600 \leq \text{CTI}$
- Groupe de matériau II $400 \leq \text{CTI} < 600$
- Groupe de matériau IIIa $175 \leq \text{CTI} < 400$
- Groupe de matériau IIIb $100 \leq \text{CTI} < 175$

NOTE Les valeurs de l'IRC se réfèrent aux valeurs obtenues suivant la méthode A de la CEI 60112, pour le matériau isolant utilisé.

b) Emploi de nervures

Une ligne de fuite peut être réduite à 0,8 fois la valeur appropriée du Tableau 18 en utilisant des nervures de 2 mm de hauteur minimale, quel que soit le nombre de nervures. La largeur minimale de la base de la nervure est déterminée par des conditions mécaniques (voir E.2).

8.2.3.6 Isolation solide

L'isolation solide doit être vérifiée soit par des essais à fréquence industrielle, conformément au point c) de 9.3.3.4.1, ou par des essais en courant continu si les essais en courant alternatif ne peuvent être effectués.

Les règles de dimensionnement pour l'isolation solide et les tensions d'essai en courant continu sont à l'étude.

8.2.3.7 Espacements entre circuits distincts

Pour fixer les dimensions des distances d'isolement, des lignes de fuite et de l'isolation solide entre des circuits distincts, il faut utiliser les tensions les plus élevées (tension assignée de tenue aux chocs pour les distances d'isolement et l'isolation solide associée et tension assignée d'isolement ou tension locale pour les lignes de fuite).

8.2.3.8 Exigences pour les contacteurs avec séparation de protection

Les exigences pour les contacteurs avec séparation de protection sont données dans l'Annexe I.

8.2.4 Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge

8.2.4.1 Généralités

Les exigences relatives aux caractéristiques normales de charge et de surcharge conformes à 5.3.6 sont données dans 8.2.4.2, 8.2.4.3 et 8.2.4.4 ci-après.

8.2.4.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure

Les contacteurs doivent pouvoir établir et couper les courants sans défaillance dans les conditions précisées au Tableau 7 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de manœuvres indiquées à 9.3.3.5.

Les valeurs des durées de passage du courant et des durées de repos données aux Tableaux 7 et 8 ne doivent pas être dépassées.

Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégories	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$	Durée de passage du courant ^a s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-7a	1,5	1,05	0,80	0,05	b	50
AC-7b	8,0	1,05	0,45	0,05	b	50
AC-7c ^c	1,5	1,05	0,90	0,05	b	50

I_c est le courant établi et coupé, exprimé comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu que la valeur réelle de crête au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique;

I_e est le courant assigné d'emploi;

U_r est la tension de rétablissement à fréquence industrielle;

U_e est la tension assignée d'emploi;

$\cos \varphi$ est le facteur de puissance du circuit d'essai.

a La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.

b Voir Tableau 8.

c L'essai doit être effectué avec un circuit d'essai spécifique (voir 9.3.3.5.2, point d) 2)).

Tableau 8 – Relation entre le courant coupé I_c et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

Courant coupé I_c A	Durée de repos s
$I_c \leq 100$	10
$100 < I_c \leq 200$	20
$200 < I_c \leq 300$	30

La valeur de la durée de repos peut être réduite avec l'accord du constructeur.

8.2.4.3 Fonctionnement conventionnel en service

Les essais relatifs au fonctionnement en service d'un contacteur sont destinés à vérifier que le contacteur est capable d'établir, de transporter et de couper sans défaillance les courants traversant son circuit principal dans les conditions correspondant à la catégorie d'emploi spécifiée, s'il y a lieu.

Les contacteurs doivent pouvoir établir et couper, sans défaillance, les courants dans les conditions conventionnelles définies au Tableau 9, pour la catégorie d'emploi prescrite, et le nombre de cycles de manœuvres indiqué, dans les conditions définies en 9.3.3.6.

Tableau 9 – Fonctionnement conventionnel en service. Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi

Catégories	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\text{Cos } \varphi$	Durée de passage du courant ^a s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-7a	1,0	1,05	0,80	0,05	b	30 000
AC-7b	d	c	0,45	0,05	b	30 000
AC-7c ^e	1,0	1,05	0,90	0,05	b	30 000
<p>I_c est le courant établi et coupé, exprimé comme la valeur efficace des composantes symétriques, étant entendu que sa valeur réelle décrite au cours de la manœuvre d'établissement peut avoir une valeur plus élevée que la valeur de crête de la composante symétrique;</p> <p>I_e est le courant assigné d'emploi;</p> <p>U_r est la tension de rétablissement à fréquence industrielle;</p> <p>U_e est la tension assignée d'emploi;</p> <p>$\text{Cos } \varphi$ est le facteur de puissance du circuit d'essai.</p> <p>a La durée peut être inférieure à 0,05 s, à condition que les contacts puissent être convenablement positionnés avant réouverture.</p> <p>b Ces durées de repos ne doivent pas être supérieures aux valeurs du Tableau 8.</p> <p>c $U_r/U_e = 1,0$ pour l'établissement et $U_r/U_e = 0,17$ pour la coupure.</p> <p>d $I_c/I_e = 6,0$ pour l'établissement et $I_c/I_e = 1,0$ pour la coupure.</p> <p>e L'essai doit être effectué avec un circuit d'essai spécifique (voir 9.3.3.5.2, point d) 2)).</p>						

8.2.4.4 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Les contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b doivent supporter les courants de surcharge figurant au Tableau 10, comme indiqué en 9.3.5.

Tableau 10 – Exigences de tenue aux courants de surcharge

Courant d'essai	Durée de l'essai
$8 \times I_e \text{ max/AC-7b}$	10 s

8.2.5 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits

Fonctionnement en condition de court-circuit (courant assigné de court-circuit conditionnel)

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des contacteurs protégés par un (des) dispositif(s) de protection contre les courts-circuits (DPCC) doit être vérifié par des essais de court-circuit comme le spécifie 9.3.4. Ces essais doivent être faits:

- a) à la valeur appropriée du courant présumé indiquée au Tableau 21 (courant d'essai I_r) et
- b) au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q , s'il est supérieur au courant d'essai I_r .

Les caractéristiques assignées du DPCC doivent convenir à toute valeur donnée du courant assigné d'emploi, de la tension assignée d'emploi et à la catégorie d'emploi correspondante.

Les conditions d'essais figurent en 9.3.4.3.

La coordination demande, qu'en condition de court-circuit, le contacteur n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations. Il est admis qu'il ne soit plus en mesure de fonctionner.

NOTE L'emploi d'un DPCC non conforme aux recommandations du constructeur peut annuler la coordination.

8.3 Compatibilité électromagnétique

8.3.1 Immunité

Le comportement des contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues en présence de variations d'amplitude de la tension est spécifié en 8.2.1.2.

En conditions normales de service ils ne sont pas sensibles aux autres perturbations électromagnétiques qui se produisent dans l'environnement décrit en 7.1.4. En conséquence aucun essai d'immunité n'est requis.

8.3.2 Emission

Les contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues ne comprennent pas de circuits électroniques, ou peuvent comprendre seulement un simple circuit redresseur ou des composants tels que diodes, varistances, résistances ou condensateurs (par exemple dans les supprimeurs d'ondes de choc).

Des perturbations électromagnétiques peuvent seulement être produites pendant les manœuvres. La durée des perturbations est de l'ordre des millisecondes.

Provisoirement, jusqu'à ce que de futures études soient effectuées, la fréquence et le niveau de ces émissions sont considérés comme faisant partie de l'environnement électromagnétique normal des contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues, et aucun essai relatif aux émissions électromagnétiques n'est nécessaire.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Les essais doivent être effectués pour vérifier la conformité aux exigences de la présente norme. Le cas échéant, les essais peuvent être effectués en séquences, voir les séquences d'essais à l'Annexe B.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des contacteurs à la présente norme. Ils comprennent les vérifications suivantes:

- a) limites d'échauffement (voir 9.3.3.3);
- b) propriétés diélectriques (voir 9.3.3.4);
- c) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure (voir 9.3.3.5);
- d) fonctionnement conventionnel en service (voir 9.3.3.6);
- e) fonctionnement et limites de fonctionnement (voir 9.3.3.1 et 9.3.3.2);

- f) aptitude à supporter les courants de surcharge (voir 9.3.5);
- g) fonctionnement en condition de court-circuit (voir 9.3.4);
- h) propriétés mécaniques des bornes (voir 9.2.5);
- i) degrés de protection des contacteurs sous enveloppe (voir 9.2.4);
- j) résistance au vieillissement (voir 9.2.2.1);
- k) résistance à l'humidité (voir 9.2.2.2);
- l) résistance à la chaleur (voir 9.2.2.3);
- m) résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu (voir 9.2.2.4);
- n) résistance à la rouille (voir 9.2.2.5);
- o) résistance au cheminement (voir 9.2.2.6);
- p) vis ou écrous autres que ceux de bornes prévus pour être manoeuvrés au cours de l'installation ou de l'entretien (voir 9.2.3);
- q) résistance aux impacts (voir 9.2.6);
- r) durabilité des marquages (voir 9.2.7).

Le cas échéant, les essais de type sont groupés en séquences d'essais.

Les séquences d'essais, le nombre d'échantillons et les résultats à obtenir sont indiqués en Annexe B.

Sauf spécification contraire, chaque essai (ou séquence d'essais) est effectué sur un échantillon neuf et propre.

Sauf spécification contraire, les contacteurs sont soumis aux essais à une température de l'air ambiant de $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

9.1.3 Essais individuels

Les essais individuels sont destinés à déceler les défauts des matériaux et de la réalisation, ainsi qu'à vérifier le fonctionnement correct du contacteur. Ils doivent être effectués sur chaque contacteur dans des conditions identiques ou équivalentes à celles spécifiées pour des essais de type (voir 9.3.6.1).

Les essais individuels des contacteurs comprennent:

- le fonctionnement et les limites de fonctionnement (voir 9.3.6.2);
- les essais diélectriques (voir 9.3.6.3).

9.1.4 Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

Les essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement sont effectués conformément à 9.3.3.4.3. Les plans d'échantillonnage et les procédures d'essai sont à l'étude.

9.2 Conformité aux dispositions constructives

9.2.1 Généralités

La vérification de la conformité aux dispositions constructives définies en 8.1 concerne par exemple:

- les matériaux;
- le contacteur;
- le degré de protection des contacteurs sous enveloppe;

- les propriétés mécaniques des bornes;
- l'organe de commande;
- l'indicateur de position (voir 3.3.16).

9.2.2 Matériaux

9.2.2.1 Essai de résistance au vieillissement

Les contacteurs ayant des joints séparés, des presse-étoupe à vis, des membranes et pièces constituées de caoutchouc, p.v.c. ou matériaux thermoplastiques similaires sont soumis à un essai dans une étuve dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et est ventilée par circulation naturelle, les joints, presse-étoupe et membranes étant en suspension libre.

La température dans l'enceinte est de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Les échantillons doivent être gardés dans l'étuve pendant sept jours (168 h). L'emploi d'une étuve chauffée électriquement est recommandé. La circulation naturelle de l'air peut être réalisée par des trous dans les parois de l'étuve.

Après le traitement, les échantillons doivent être retirés de l'étuve et gardés à la température du laboratoire avec une humidité relative comprise entre 45 % et 55 % pendant au moins quatre jours (96 h).

Sous vision normale ou corrigée sans autre grossissement, les échantillons ne doivent présenter ni craquelure ni rétrécissement compromettant leur utilisation ultérieure et le matériau ne doit pas devenir collant ou grasseux, ceci étant jugé de la façon suivante:

- avec l'index enveloppé d'un chiffon sec en tissu à grosse trame, on appuie sur l'échantillon avec une force de 5 N.

La force de 5 N peut être obtenue de la façon suivante:

- l'échantillon est placé sur l'un des plateaux d'une balance, l'autre plateau étant chargé avec une masse égale à la masse de l'échantillon plus 500 g. L'équilibre est alors rétabli en appuyant sur l'échantillon avec l'index enveloppé du chiffon sec en tissu à grosse trame.

Aucune trace de tissu ne doit être marquée sur l'échantillon et le matériau de l'échantillon ne doit pas coller au tissu.

9.2.2.2 Essais de résistance à l'humidité

La résistance à l'humidité du contacteur doit être vérifiée par l'essai Ca: chaleur humide, régime établi, conformément à la CEI 60068-2-78, dans les conditions d'essai suivantes:

Les ouvertures, s'il en existe, doivent être laissées ouvertes: si des parties défonçables sont prévues, l'une d'elles doit être ouverte. Les parties démontables sans l'aide d'un outil doivent être enlevées et soumises à l'essai d'humidité avec la partie principale: les caches des ressorts doivent être ouverts pendant l'essai.

Avant d'être placés dans l'enceinte d'épreuve, les échantillons doivent être portés à la température du laboratoire pendant au moins 4 h avant l'essai. La durée de l'essai doit être de quatre jours.

Après cette période, le contacteur est retiré de la chambre d'essais, les pièces démontées sont remontées et le couvercle fermé. Le contacteur est alors soumis à un essai diélectrique tel que spécifié en 9.3.3.4.1, point c).

9.2.2.3 Essai de résistance à la chaleur

9.2.2.3.1 Essais sur le contacteur

- a) Les parties en matériau isolant, s'il y a lieu, nécessaires au maintien en position des pièces transportant du courant et des pièces du circuit de terre, doivent être soumises à un essai de pression à la bille à $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, à l'exception des parties de l'enveloppe nécessaires à maintenir en position la borne de terre, le cas échéant, qui doivent être soumises aux essais comme il est spécifié au point b) ci-après.

L'appareil d'essai à la bille est décrit dans la Figure 3.

La surface de la partie à soumettre aux essais doit être placée en position horizontale et soutenue par une plaque d'acier d'au moins 5 mm d'épaisseur et une bille d'acier de 5 mm de diamètre doit être pressée contre cette surface avec une force de 20 N.

L'essai doit être fait dans une étuve à la température de $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Après une heure, la bille doit être enlevée de l'échantillon qui doit ensuite être refroidi à la température du laboratoire, en moins de 10 s, par immersion dans l'eau froide.

Le diamètre de l'empreinte causée par la bille doit être mesuré et il ne doit pas excéder 2 mm.

Lorsqu'il est impossible d'effectuer l'essai sur l'échantillon complet, l'essai doit être conduit sur une partie convenable ayant au moins 2 mm d'épaisseur, prélevée sur le produit.

NOTE L'épaisseur de 2 mm peut être obtenue en utilisant plusieurs couches.

- b) Les parties externes en matériau isolant non nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant et des pièces du circuit de terre, même si elles peuvent être en contact avec elles, doivent être soumises à l'essai de pression à la bille conformément au point a) ci-dessus, sauf que l'essai est effectué à la plus élevée des deux températures suivantes: $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ou $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus la valeur d'échauffement la plus élevée déterminée pour la pièce concernée lors de l'essai d'échauffement.
- c) Avant d'être placé dans l'étuve d'essai, le contacteur soumis à l'essai doit être conservé à la température du laboratoire pendant au moins quatre heures avant l'essai.

Le contacteur doit être maintenu dans l'étuve à une température de $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant un temps suffisant pour que l'équilibre thermique soit obtenu, mais pas moins d'une heure.

L'échantillon doit ensuite être laissé refroidir jusqu'à approximativement la température du laboratoire.

Le doigt d'épreuve normalisé (voir Figure 10) doit être alors appliqué sur les surfaces externes qui sont accessibles en service normal avec une force n'excédant pas 5 N et il ne doit y avoir aucun accès aux parties actives lorsque le matériel est monté comme en usage normal. Après l'essai, le marquage doit toujours rester lisible.

9.2.2.3.2 Essais sur les matériaux

Un échantillon du matériau, d'au moins 2 mm d'épaisseur, est soumis aux essais décrits en 9.2.2.3.1 point a) et/ou b).

NOTE Le constructeur peut fournir des données obtenues du fabricant de matériau isolant (ou d'une autre source crédible) pour démontrer la conformité à ces exigences.

9.2.2.4 Essais de résistance à la chaleur anormale et au feu

9.2.2.4.1 Essais sur des pièces du contacteur

L'essai à effectuer pour la vérification de la résistance à la chaleur anormale et au feu est l'essai au fil incandescent, qui simule en effet, les contraintes thermiques produites par les sources de chaleur ou d'inflammation dans le but de simuler les risques du feu.

L'essai au fil incandescent doit être effectué conformément aux CEI 60695-2-10 et CEI 60695-2-11, dans les conditions suivantes:

- pour les parties en matériaux isolants, nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant, par l'essai effectué à une température de 850 °C, pour cet essai un conducteur de protection, s'il en existe, n'est pas considéré comme pièce transportant le courant,
- pour les parties en matériau isolant non nécessaires au maintien en position des pièces transportant le courant et des pièces du circuit de terre, le cas échéant, même si elles peuvent être en contact avec elles, par l'essai effectué à la température de 650 °C.

9.2.2.4.2 Essai sur les matériaux

Des échantillons adéquats du matériau doivent être soumis aux essais suivants:

NOTE Le constructeur peut fournir des données obtenues du fabricant du matériau isolant (ou d'une autre source crédible) pour démontrer la conformité aux exigences de 8.1.2.5.

- a) Essai de classification d'inflammabilité, en conformité avec la CEI 60695-11-10.
- b) Essai d'inflammation par le fil chauffant (HWI), tel que décrit dans l'Annexe G.

9.2.2.5 Essai de résistance à la rouille

Toute graisse doit être enlevée des pièces à soumettre aux essais, par immersion et agitation de celles-ci pendant 10 min dans un dégraissant chimique à froid tel que le pétrole raffiné.

Les pièces sont ensuite immergées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau maintenue à une température de 20 °C ± 5 °C.

Sans séchage, mais après qu'on ait secoué les gouttes éventuelles, les pièces doivent ensuite être placées pendant 10 min dans une atmosphère saturée d'humidité à une température de 20 °C ± 5 °C.

Après avoir été séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de 100 °C ± 5 °C, les pièces ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces.

Des traces de rouille sur les arêtes ou un voile jaune disparaissant par simple frottement ne doivent pas être pris en compte.

Pour de petits ressorts et organes similaires, et pour les pièces inaccessibles exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut constituer une protection suffisante contre la rouille.

De telles pièces ne doivent être soumises à l'essai que s'il y a doute au sujet de l'efficacité de la couche de graisse. L'essai doit alors être effectué sans dégraissage préalable.

NOTE Une révision de cet essai est à l'étude.

9.2.2.6 Essai de résistance au cheminement

Cet essai doit être effectué sur une partie convenable prélevée sur le contacteur ou, si cela est accepté pour des raisons pratiques, sur un spécimen convenable du matériau isolant, conformément à la CEI 60112, Solution A.

9.2.3 Essai des vis ou écrous autres que ceux des bornes prévus pour être manœuvrés pendant l'installation ou l'entretien

Les vis ou les écrous sont serré(e)s et desserré(e)s:

- 10 fois s'il s'agit de vis s'engageant dans un taraudage en matière isolante,
- 5 fois dans les autres cas.

Les vis ou écrous, s'engageant dans un taraudage en matière isolante doivent être chaque fois retirés complètement et engagés à nouveau à chaque fois.

L'essai doit être effectué à l'aide d'un tournevis ou d'une clé appropriés appliquant un couple de torsion donné dans le Tableau 11 ou spécifié par le constructeur.

Les vis et écrous doivent être serrés sans secousse.

Lorsqu'une vis à tête hexagonale comporte une fente pour être serrée à l'aide d'un tournevis, que le Tableau 11 est utilisé et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai doit être effectué deux fois:

- d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple de torsion spécifié dans la colonne III au moyen de la clé,
- ensuite, sur un nouvel échantillon, en appliquant le couple de torsion spécifié dans la colonne II au moyen du tournevis.

Si les valeurs des colonnes II et III sont identiques, seul l'essai avec le tournevis doit être effectué.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas être desserrées et il ne doit pas y avoir de dommage tel que rupture des vis ou détérioration de la fente de tête, des filets, des rondelles ou des étriers, ou de détérioration des enveloppes et couvercles qui compromettent l'utilisation ultérieure du contacteur.

9.2.4 Vérification du degré de protection des contacteurs sous enveloppe

Voir Annexe H.

9.2.5 Propriétés mécaniques des bornes

Ce paragraphe ne s'applique pas aux bornes en aluminium ni à celles destinées au raccordement de conducteurs en aluminium.

9.2.5.1 Conditions générales pour les essais

Sauf indication contraire du constructeur, chaque essai doit être effectué sur des bornes à l'état neuf et propre.

Lorsque les essais sont effectués avec des conducteurs ronds en cuivre, le cuivre de ceux-ci doit être conforme à la CEI 60028.

9.2.5.2 Essais de résistance mécanique des bornes

Les essais doivent être effectués avec le type de conducteur approprié, de section maximale.

Le conducteur doit être connecté et déconnecté cinq fois.

Pour les bornes à vis, le couple de serrage doit avoir la plus grande des deux valeurs suivantes: valeur conforme au Tableau 11 ou 110 % du couple spécifié par le constructeur.

Cet essai doit être effectué sur deux organes de serrage distincts.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale susceptible d'être serrée par tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple défini à la colonne III, ensuite, sur un autre jeu d'échantillons, en appliquant, au moyen d'un tournevis, le couple défini à la colonne II.

Si les valeurs des colonnes II et III sont les mêmes, seul l'essai au moyen du tournevis est effectué.

Chaque fois que la vis ou l'écrou de fixation est desserré, on doit utiliser un conducteur neuf pour chaque essai de serrage.

Pendant l'essai, les organes de serrage et les bornes ne doivent pas avoir de jeu et il ne doit se produire aucun dommage tel que rupture des vis ou détérioration des fentes des têtes de vis, des filetages ou taraudages, des rondelles ou étriers, qui nuirait à l'emploi ultérieur des raccordements à vis.

Tableau 11 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre de la vis mm		Couple de serrage N.m		
Valeurs normales du système métrique	Gamme de diamètre	I	II	III
2,5	≤2,8	0,2	0,4	0,4
3,0	>2,8 jusqu'à 3,0 inclusivement	0,25	0,5	0,5
–	>3,0 jusqu'à 3,2 inclusivement	0,3	0,6	0,6
3,5	>3,2 jusqu'à 3,6 inclusivement	0,4	0,8	0,8
4	>3,6 jusqu'à 4,1 inclusivement	0,7	1,2	1,2
4,5	>4,1 jusqu'à 4,7 inclusivement	0,8	1,8	1,8
5	>4,7 jusqu'à 5,3 inclusivement	0,8	2,0	2,0
6	>5,3 jusqu'à 6,0 inclusivement	1,2	2,5	3,0
8	>6,0 jusqu'à 8,0 inclusivement	2,5	3,5	6,0
10	>8,0 jusqu'à 10,0 inclusivement	–	4,0	10,0
La colonne I	s'applique aux vis sans tête qui, lorsqu'elles sont serrées, ne dépassent pas leur logement et aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre à fond de filet de la vis.			
La colonne II	s'applique aux écrous et aux vis serrés au moyen d'un tournevis.			
La colonne III	s'applique aux écrous et aux vis qui peuvent être serrés par des moyens autres qu'un tournevis.			

9.2.5.3 Essais de détérioration et de desserrage accidentel des conducteurs (essai de flexion)

Cet essai est applicable aux bornes destinées au raccordement de conducteurs ronds en cuivre, non préparés, et dont le nombre, la section et le type (souple et/ou rigide [à âme massive et/ou câblée]) sont spécifiés par le constructeur.

Les essais suivants doivent être effectués sur deux échantillons à l'état neuf avec:

- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus petite raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la section la plus grande raccordés à la borne;
- le nombre maximal de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section raccordés ensemble à la borne.

Les bornes destinées au raccordement, soit de conducteurs souples, soit de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être soumises aux essais avec chaque type de conducteur avec des jeux d'échantillons différents.

Les bornes destinées au raccordement simultané de conducteurs souples et de conducteurs rigides (à âme massive et/ou câblée) doivent être soumises aux essais comme indiqué en c) ci-dessus.

Il convient d'effectuer l'essai avec un dispositif d'essai convenable. Le nombre spécifié de conducteurs doit être raccordé à la borne. Il est recommandé que la longueur des conducteurs d'essai soit supérieure de 75 mm à la hauteur H spécifiée au Tableau 12. Les vis de serrage doivent être serrées avec un couple conforme au Tableau 11 ou le couple spécifié par le constructeur. L'appareil en essai doit être fixé comme le montre la Figure 4.

Tableau 12 – Grandeurs d'essai pour les essais de flexion et de traction des conducteurs ronds en cuivre

Section du conducteur		Diamètre de perçage du manchon ^a	Hauteur $H \pm 13$ mm	Masse	Effort de traction
mm ²	AWG/MCM				
0,2	24	6,4	260	0,3	10
–	22	6,4	260	0,3	20
0,5	20	6,4	260	0,3	30
0,75	18	6,4	260	0,4	30
1,0	–	6,4	260	0,4	35
1,5	16	6,4	260	0,4	40
2,5	14	9,5	279	0,7	50
4,0	12	9,5	279	0,9	60
6,0	10	9,5	279	1,4	80
10	8	9,5	279	2,0	90
16	4	12,7	298	2,9	100
25	6	12,7	298	4,5	135
–	3	14,3	318	5,9	156
35	2	14,3	318	6,8	190

^a Si un manchon de diamètre de perçage donné ne permet pas de recevoir le conducteur sans le coincer, on peut utiliser un manchon de diamètre de perçage immédiatement supérieur.

Chaque conducteur est soumis à des mouvements circulaires, conformément à la procédure suivante:

L'extrémité du conducteur à l'essai doit passer par un manchon de taille appropriée dans un plateau, situé sous la borne du contacteur, à une hauteur H donnée au Tableau 12. Les autres conducteurs doivent être ployés pour ne pas influencer le résultat de l'essai. Le manchon doit être positionné dans le plateau horizontal ayant le même axe que le conducteur. Le manchon doit être déplacé de manière que son axe décrive un cercle de 75 mm de diamètre autour de son axe à $10 \text{ tr/min} \pm 2 \text{ tr/min}$. La distance entre l'entrée de la borne et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur $H \pm 13$ mm du Tableau 12. Le manchon doit être lubrifié pour éviter de coincer, tordre ou faire tourner le conducteur isolé. Une masse de valeur spécifiée au Tableau 12 doit être suspendue à l'extrémité du conducteur. L'essai doit comporter 135 rotations continues.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

Immédiatement après l'essai de flexion, chaque conducteur en essai doit être soumis à l'essai décrit en 9.2.5.4 (essai de traction), dans le dispositif d'essai.

9.2.5.4 Essai de traction pour conducteurs ronds en cuivre

Après l'essai décrit en 9.2.5.3, un effort de traction conforme au Tableau 12 doit être appliqué au conducteur soumis aux essais suivant 9.2.5.3.

Les vis de serrage ne doivent pas être serrées à nouveau pour cet essai.

Cet effort doit être appliqué sans secousses pendant une minute.

Au cours de l'essai, le conducteur ne doit ni glisser hors de la borne ni se casser à proximité de l'organe de serrage.

9.2.5.5 Essai d'insertion des conducteurs ronds en cuivre non préparés de la section maximale spécifiée

9.2.5.5.1 Modalités de l'essai

L'essai doit être effectué avec les gabarits spécifiés au Tableau 13. Le tampon de mesure du gabarit doit pouvoir pénétrer dans l'ouverture de la borne sous l'effet du poids du gabarit, jusqu'à occuper toute la profondeur de la borne (voir également la Note du Tableau 13).

Tableau 13 – Sections maximales des conducteurs et gabarits correspondants

Sections des conducteurs		Gabarits (voir Figure 5)			
Souples mm ²	Rigides (âmes massive ou câblée) mm ²	Forme et désignation	Diamètre <i>a</i> mm	Largeur <i>b</i> mm	Tolérances admissibles pour <i>a</i> et <i>b</i> mm
1,5	1,5	A1	2,4	1,5	0 -0,05
2,5	2,5	A2	2,8	2,0	
2,5	4	A3	2,8	2,4	
4	6	A4	3,6	3,1	0 -0,06
6	10	A5	4,3	4,0	
10	16	B6	5,3	–	
16	25	B7	6,9	–	0 -0,07
25	35	B8	8,7	–	
35	50	B9	10,0	–	

NOTE Pour les sections de conducteurs autres que celles qui figurent dans ce tableau, on peut utiliser comme gabarit un conducteur non préparé de section appropriée avec une force d'insertion inférieure ou égale à 5 N.

9.2.5.5.2 Réalisation des gabarits

La réalisation des gabarits est représentée dans la Figure 5.

Les caractéristiques des dimensions *a* et *b* et les tolérances admissibles sont indiquées dans le Tableau 13. Le tampon de mesure du gabarit doit être en acier à calibre.

9.2.6 Essai de résistance aux impacts

9.2.6.1 Procédure d'essai

Les contacteurs sans enveloppe, les masses des contacteurs partiellement sous enveloppe, les couvercles et panneaux des contacteurs doivent être soumis aux essais avec l'appareil d'essai à pendule (voir 9.2.6.2.1) avec une énergie de choc de 0,5 J.

Les enveloppes conçues et dimensionnées pour contenir un contacteur doivent être soumises aux essais avec l'appareil d'essai à la sphère (voir 9.2.6.2.2) avec une énergie de choc de 2 J.

La température de l'air ambiant doit être de $25\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

L'échantillon avec couvercle, ou l'enveloppe, si elle existe, doit être fixé comme en usage normal à un support rigide ou placé contre celui-ci.

Les entrées de câbles qui ne sont pas équipées de prédécoupes doivent être laissées ouvertes. Si elles sont équipées de prédécoupes, deux d'entre elles doivent être ouvertes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des embases, couvercles et similaires, doivent être serrées avec un couple égal au deux-tiers de ceux spécifiés au Tableau 11.

On applique aux échantillons dix coups qui sont régulièrement répartis sur l'échantillon. Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables, aux pièces fragiles telles que fenêtres, voyants lumineux, etc.

En général, cinq de ces coups sont appliqués comme suit:

- pour les contacteurs du type encastré, un coup au centre, un à chaque extrémité en bordure du logement du bloc et les deux autres à peu près à mi-distance entre les coups précédents, de préférence sur la collerette éventuelle, l'échantillon étant déplacé horizontalement;
- pour les autres contacteurs et pour les boîtes de montage, un coup au centre, un coup sur chaque face latérale de l'échantillon après qu'on l'ait fait tourner autour d'un axe vertical autant que cela est possible, mais pas au-delà de 60° , et les deux autres à peu près à mi-distance entre les coups précédents, de préférence sur la collerette éventuelle.

Le reste des coups est alors appliqué de la même façon après avoir fait tourner l'échantillon de 90° autour de son axe perpendiculaire au contre-plaqué.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucun dommage au sens de la présente norme.

En particulier, les couvercles qui, cassés, rendent les parties actives accessibles ou compromettent l'usage ultérieur du contacteur, les organes de manœuvre, les obstacles et barrières en matériaux isolants et autres parties similaires, ne doivent pas présenter de tels dommages.

En cas de doute, il est vérifié que le démontage et le remplacement des parties externes, telles que les enveloppes et couvercles est possible sans que ces parties ou leur revêtement soit endommagés.

Une détérioration de l'aspect, par exemple des craquelures sur la surface ou de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les distances dans l'air ou les lignes de fuite au-dessous des valeurs spécifiées en 8.2.3.4 et 8.2.3.5 et de petites ébréchures qui n'affectent pas la protection contre les chocs électriques ne doivent pas être retenus.

9.2.6.2 Appareils d'essai

9.2.6.2.1 Appareils d'essai au pendule (essai à 0,5 J)

L'appareil d'essai représenté aux Figures 6, 7 et 8 doit être utilisé.

La conception de l'appareil d'essai doit être telle que:

- l'échantillon puisse être déplacé horizontalement et puisse tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contre-plaqué;
- le contre-plaqué puisse tourner autour d'un axe vertical.

La pièce de frappe, ayant une masse de 0,25 kg, doit être lâchée d'une hauteur de 0,20 m sur les surfaces qui sont exposées quand le contacteur est monté comme dans les conditions normales d'emploi, de façon que le point d'impact soit situé dans le plan vertical passant par l'axe du pivot du pendule.

La hauteur de chute doit être la distance verticale entre la position du point de contrôle quand le pendule est libéré et la position de ce point au moment de l'impact. Le point de contrôle doit être repéré sur la surface de la pièce de frappe, là où la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculaire au plan des deux axes, entre en contact avec la surface.

La tête de la pièce de frappe doit avoir une forme hémisphérique de 10 mm de rayon et être en polyamide de dureté Rockwell R 100. La pièce de frappe est rigidement fixée à l'extrémité basse d'un tube d'acier, ayant un diamètre extérieur de 9 mm et une épaisseur de paroi de 0,5 mm qui doit pivoter à son extrémité haute de telle façon que son déplacement soit seulement dans un plan vertical.

L'axe du pivot doit être situé à $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

Pour la détermination de la dureté Rockwell du polyamide de la tête de la pièce de frappe, les conditions suivantes s'appliquent:

- diamètre de la bille: $12,7\text{ mm} \pm 0,002\,5\text{ mm}$,
- charge initiale: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$,
- surcharge: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

Des informations complémentaires concernant la détermination de la dureté Rockwell des plastiques sont données dans l'ISO 2039-2. Les contacteurs pour montage en saillie doivent être montés sur une plaque de contre-plaqué de 8 mm d'épaisseur et de 175 mm de côté, fixée à ses bords supérieurs et inférieurs au support rigide de montage représenté dans la Figure 7.

Le support de montage doit avoir une masse de $10\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$ et être monté sur un châssis rigide par l'intermédiaire de pivots.

9.2.6.2.2 Appareil d'essai à la sphère (essai à 2 J) (voir Figure 9)

L'impact doit être produit par la chute ou le ballant d'une sphère d'acier de 50 mm de diamètre pesant 0,5 kg d'une hauteur de 0,4 m, comme représenté dans la Figure 9.

H indique la distance verticale que doit parcourir la sphère pour produire l'impact désiré. La sphère doit entrer en contact avec l'échantillon quand le fil est en position verticale.

Le fil doit avoir une masse négligeable par rapport à celle de la sphère.

La surface du support doit être constituée par une couche de plancher de chêne monté à tenon et mortaise sur deux couches de contre-plaqué de 19 mm d'épaisseur.

Le plancher de chêne doit avoir une épaisseur nominale de 19 mm. L'assemblage doit être installé sur un sol en béton. Une surface support non élastique équivalente peut être employée.

Le support latéral doit être constitué par un contre-plaqué de 19 mm posé sur une surface rigide de béton.

Un support latéral non élastique équivalent peut être employé.

9.2.7 Essai de durabilité du marquage

La conformité aux exigences de 8.1.13 est vérifiée par inspection et aussi en frottant légèrement les marques à la main avec un morceau de tissu imbibé d'eau pendant 15 s et de nouveau pendant 15 s avec un morceau de tissu imbibé d'essence de pétrole.

Au cours de l'essai, il est recommandé d'utiliser comme essence de pétrole, un hexane aliphatique avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, une teneur en kAuributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et une masse spécifique d'environ 0,68 g/cm³.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

Le marquage doit être également facilement lisible après la totalité des essais de la présente norme.

Les marquages par empreinte, moulage, pression ou gravure ne sont pas soumis à cet essai.

9.3 Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Les séquences d'essais et les échantillons correspondants sont indiqués en Annexe B.

9.3.2 Conditions générales pour les essais

9.3.2.1 Exigences générales

Les contacteurs à soumettre aux essais doivent être conformes dans toutes leurs caractéristiques essentielles, aux plans du type qu'ils représentent.

Sauf indication contraire des exigences d'essais, les essais doivent être effectués avec la même sorte de courant (et, avec la même fréquence assignée et avec le même nombre de phases) que celui du service prévu.

Si, pour faciliter un essai, il apparaît souhaitable d'en augmenter la sévérité (par exemple adopter une cadence de manœuvres plus élevée en vue de réduire la durée de l'essai), l'accord préalable du constructeur est nécessaire.

Les contacteurs à soumettre aux essais doivent être montés complets sur leur propre support ou un support équivalent et raccordés comme en service normal, conformément aux instructions du constructeur et aux conditions ambiantes définies en 7.1.

Les contacteurs sous enveloppe doivent être montés complets et toutes les ouvertures normalement fermées en service doivent être fermées pour les essais. Les contacteurs destinés à être utilisés dans une enveloppe individuelle doivent être soumis aux essais dans la plus petite de ces enveloppes précisée par le constructeur.

NOTE Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue et dimensionnée pour contenir un seul contacteur.

Les contacteurs qui ne sont pas prévus pour être utilisés dans une enveloppe individuelle doivent être soumis aux essais à l'air libre. Dans ce cas, sauf spécification contraire des dispositions d'essais de la présente norme, pour les essais relatifs aux pouvoirs de fermeture et de coupure et au fonctionnement en condition de court-circuit, un écran en grillage métallique doit être placé à tous les endroits du contacteur susceptibles d'être le siège de manifestations extérieures pouvant provoquer un amorçage, en respectant les dispositions et

les distances spécifiées par le constructeur. Les caractéristiques de ce montage, y compris les distances du contacteur en essai au grillage métallique, doivent figurer au compte rendu d'essai.

L'entretien ou le remplacement de pièces n'est pas autorisé, sauf exigence contraire de la présente norme.

Avant de commencer un essai, le contacteur peut être manœuvré à vide.

Pour les essais, le mécanisme transmetteur, s'il existe, doit être actionné comme pour l'usage auquel il est destiné, suivant les indications du constructeur et aux valeurs assignées des grandeurs de commande (telle que tension), sauf spécification contraire de la présente norme.

9.3.2.2 Grandeurs d'essai

9.3.2.2.1 Valeurs des grandeurs d'essai

Tous les essais doivent être effectués avec les valeurs de grandeurs d'essai correspondant aux caractéristiques assignées fixées par le constructeur, conformément aux tableaux et données correspondants de la présente norme.

9.3.2.2.2 Tolérances sur les grandeurs d'essai

Les valeurs consignées dans le compte rendu d'essai doivent être dans les tolérances indiquées au Tableau 14, sauf spécification contraire des paragraphes correspondants. Toutefois, avec l'accord du constructeur, les essais peuvent être effectués dans des conditions plus sévères que celles spécifiées.

Tableau 14 – Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais	Essais à vide et en conditions normales de charge et surcharge	Essais en conditions de court-circuit
– courant: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix} \%$	– facteur de puissance: $\pm 0,5$	– facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
– tension: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix} \%$		
(y compris la tension de rétablissement à fréquence industrielle)	– fréquence: $\pm 5 \%$	– fréquence: $\pm 5 \%$
NOTE 1 Les tolérances ci-dessus ne s'appliquent pas lorsque des limites minimales et/ou maximales de fonctionnement sont précisées dans la présente norme.		
NOTE 2 Par accord entre le constructeur et l'utilisateur, les essais effectués à 50 Hz peuvent être acceptés pour un fonctionnement à 60 Hz et vice versa.		

9.3.2.2.3 Tension de rétablissement

a) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

Pour tous les essais de pouvoir de coupure et de pouvoir de coupure en court-circuit, la valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être 1,05 fois la valeur de la tension assignée d'emploi.

NOTE 1 La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi est réputée compenser les effets des variations de la tension du réseau dans les conditions normales de service.

NOTE 2 Ceci peut demander d'augmenter la tension appliquée mais il convient que la valeur maximale de crête du courant établi présumé ne soit normalement pas être dépassée sans l'accord du constructeur.

NOTE 3 La limite supérieure de la tension de rétablissement à fréquence industrielle peut être augmentée avec l'accord du constructeur (voir 9.3.2.2.2).

b) *Tension transitoire de rétablissement*

Les tensions transitoires de rétablissement, lorsqu'elles sont exigées dans la présente norme, sont déterminées conformément à 9.3.3.5.3.

9.3.2.3 Interprétation des résultats d'essais

Le comportement du contacteur au cours des essais et son état après les essais sont spécifiés dans les dispositions d'essais correspondantes de la présente norme.

9.3.2.4 Comptes rendus d'essais

Le constructeur doit être prêt à communiquer les comptes rendus écrits des essais de type prouvant la conformité à la présente norme. Les caractéristiques des dispositions d'essai, tels que le type et la taille de l'enveloppe, s'il y a lieu, les dimensions des conducteurs, les distances des parties actives à l'enveloppe ou aux parties normalement reliées à la terre en service et la méthode utilisée pour actionner le mécanisme transmetteur, etc., doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

Les valeurs et paramètres d'essai doivent figurer dans le compte rendu d'essai.

9.3.3 Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge

9.3.3.1 Fonctionnement

Il faut vérifier que le fonctionnement des contacteurs soit conforme aux exigences de 8.2.1.1.

9.3.3.2 Limites de fonctionnement

Les contacteurs doivent être soumis aux essais, pour vérifier leur fonctionnement, conformément aux exigences de 8.2.1.2.

9.3.3.3 Echauffement

9.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant doit être enregistrée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux capteurs de température, par exemple thermomètres ou couples thermo-électriques, disposés régulièrement autour du contacteur à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du contacteur. Les capteurs de température doivent être protégés contre les courants d'air, les radiations de chaleur et les erreurs d'indication dues à des variations brusques de température.

Au cours des essais, la température de l'air ambiant doit être comprise entre +10 °C et +40 °C et ne doit pas varier de plus de 10 K.

9.3.3.3.2 Mesure de la température des organes

Pour les organes autres que les bobines, la température des différents organes doit être mesurée au moyen de capteurs de température appropriés, aux points les plus susceptibles d'atteindre la température maximale; ces points doivent être mentionnés dans le compte rendu d'essai.

Les capteurs de température ne doivent pas influencer l'échauffement de façon notable.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre les capteurs de température et la surface de l'organe en essai.

Pour les bobines des électro-aimants, la méthode de mesure de la température par variation de résistance doit généralement être employée. L'emploi d'autres méthodes n'est admis que s'il est pratiquement impossible d'utiliser la méthode par variation de résistance.

La température des bobines avant le début de l'essai ne doit pas différer de plus de 3 K de celle du milieu environnant.

Pour les conducteurs en cuivre, la valeur de la température à chaud T_2 peut être déduite de celle de la température à froid T_1 au moyen de la formule suivante, en fonction du rapport de la résistance à chaud R_2 à la résistance à froid R_1 :

$$T_2 = \frac{R_2}{R_1} (T_1 + 234,5) - 234,5$$

où

T_1 et T_2 sont exprimés en degrés Celsius.

L'essai doit être effectué pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi, mais ne dépassant pas 8 h. Un régime est supposé être établi lorsque la variation n'excède pas 1 K par heure.

9.3.3.3.3 Echauffement d'un organe

L'échauffement d'un organe est la différence entre la température de cet organe, mesurée conformément à 9.3.3.3.2, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à 9.3.3.3.1.

9.3.3.3.4 Echauffement du circuit principal

Le contacteur doit être monté comme spécifié en 9.3.2.1 et doit être protégé contre des échauffements ou des refroidissements anormaux venant de l'extérieur.

Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.5.

Tous les circuits auxiliaires parcourus normalement par du courant doivent être alimentés à la valeur maximale de leur courant assigné d'emploi (voir 5.6) et les circuits de commande doivent être alimentés à leur tension assignée.

Les contacteurs munis d'une enveloppe intégrée et les contacteurs destinés uniquement à fonctionner avec une enveloppe d'un type spécifié doivent être soumis aux essais dans leur enveloppe pour l'essai de courant thermique conventionnel. Il ne doit exister aucune ouverture donnant une ventilation n'existant pas en service.

Les contacteurs destinés à être utilisés avec plusieurs types d'enveloppes doivent être soumis aux essais, soit dans la plus petite enveloppe déclarée convenable par le constructeur, soit sans enveloppe. Si le contacteur est soumis aux essais sans enveloppe, le constructeur doit être en mesure de préciser une valeur de courant thermique conventionnel sous enveloppe (voir 5.3.3.2).

Pour les essais en courant polyphasé, le courant doit être équilibré dans chaque phase à $\pm 5\%$ et la moyenne de ces courants ne doit pas être inférieure au courant d'essai approprié.

Sauf spécification contraire de la présente norme, l'essai d'échauffement du circuit principal est effectué à l'un des deux courants thermiques conventionnels définis en 5.3.3.1 et 5.3.3.2 et peut être effectué sous toute tension convenable.

Lorsque les échanges thermiques entre le circuit principal, le circuit de commande et les circuits auxiliaires peuvent être notables, les essais d'échauffement précisés en 9.3.3.3.4, 9.3.3.3.5, 9.3.3.3.6 et 9.3.3.3.7 doivent être effectués simultanément.

Dans le cas de contacteurs multipolaires, sous réserve de l'accord du constructeur, l'essai peut être effectué en courant monophasé, tous les pôles étant reliés en série.

A la fin de l'essai, l'échauffement des différentes parties du circuit principal ne doit pas excéder les valeurs figurant aux Tableaux 4 et 5.

Les dispositions suivantes doivent être utilisées pour les connexions d'essai:

- a) Les connexions doivent être des conducteurs de cuivre à âme unique, isolés au polychlorure de vinyle, dont les sections sont données au Tableau 15.
- b) Les connexions doivent être à l'air libre et séparées par une distance au moins égale à celle existant entre les bornes.
- c) Pour les essais en courant monophasé ou polyphasé, la longueur minimale de toute connexion provisoire d'une borne à une autre borne, ou à la source ou à un point commun en montage étoile, doit être de 1 m.

Tableau 15 – Conducteurs d'essai en cuivre

Domaine du courant d'essai ^a		Taille du conducteur ^{b, c}	
		mm ²	AWG/MCM
0	8	1,0	18
8	12	1,5	16
12	15	2,5	14
15	20	2,5	12
20	25	4,0	10
25	32	6,0	10
32	50	10	8
50	65	16	6
65	85	25	4

^a La valeur du courant d'essai doit être supérieure à la première valeur figurant dans la première colonne et inférieure ou égale à la deuxième valeur de cette colonne.

^b Pour faciliter l'essai et avec l'accord du constructeur, on peut utiliser des conducteurs de section plus faible que celle indiquée pour un courant d'essai déterminé.

^c Le tableau donne, en variante, les dimensions des conducteurs dans les systèmes métriques et AWG/MCM.

9.3.3.3.5 Echauffement des circuits de commande

L'échauffement des circuits de commande doit être mesuré au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4.

Les essais d'échauffement des circuits de commande doivent être effectués au courant spécifié et à la fréquence assignée. Les circuits de commande doivent être soumis aux essais à leur tension assignée.

Les circuits prévus pour un fonctionnement continu doivent être soumis aux essais pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties des circuits de commande ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.2.6.

9.3.3.3.6 Echauffement des bobines des électro-aimants

Les bobines et les électro-aimants doivent être soumis aux essais dans les conditions prévues en 8.2.2.7.

Ils doivent être soumis aux essais pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne une valeur de régime établi.

La température doit être mesurée lorsque l'équilibre thermique est atteint, aussi bien dans le circuit principal que dans la bobine de l'électro-aimant.

Les bobines et les électro-aimants des contacteurs doivent être soumis aux essais comme suit:

- a) Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service de 8 h (service continu) ne doivent être soumis qu'à l'essai prescrit en 8.2.2.7.1, le circuit principal étant parcouru par le courant assigné correspondant pendant toute la durée de l'essai. L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4.
- b) Les électro-aimants des contacteurs prévus pour un service intermittent doivent être soumis à l'essai indiqué ci-dessus, ainsi qu'à l'essai prescrit pour leur classe de service en 8.2.2.7.2, en l'absence de courant dans le circuit principal.
- c) Les enroulements spéciaux (pour services temporaire et périodique) doivent être soumis aux essais comme indiqué en 8.2.2.7.3, le circuit principal n'étant parcouru par aucun courant.

A la fin de ces essais, l'échauffement des différentes parties ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées en 8.2.2.7.

9.3.3.3.7 Echauffement des circuits auxiliaires

Les essais d'échauffement des circuits auxiliaires doivent être effectués au cours de l'essai décrit en 9.3.3.3.4. dans les mêmes conditions que celles prévues en 9.3.3.3.5, mais peuvent être effectués sous toute tension convenable.

A la fin de ces essais, l'échauffement des circuits auxiliaires ne doit pas excéder les valeurs spécifiées en 8.2.2.8.

9.3.3.4 Propriétés diélectriques

9.3.3.4.1 Essais de type

- a) Conditions générales pour les essais de tension de tenue

Le contacteur à soumettre aux essais doit satisfaire aux exigences générales indiquées en 9.3.2.1.

Si le contacteur est prévu pour être utilisé sans enveloppe, il doit être monté sur une embase métallique et toutes les masses (bâti, etc.) prévues pour être mises à la terre en service normal, doivent être reliées à cette embase.

Lorsque la base du contacteur est en matériau isolant, des parties métalliques doivent être placées sur tous les points de fixation en accord avec les conditions d'installation normales du contacteur et ces parties doivent être considérées comme faisant partie du bâti du contacteur.

Tout organe de commande en matériau isolant et toute enveloppe intégrée non métallique d'un contacteur destiné à être utilisé sans enveloppe supplémentaire doit être recouvert d'une feuille métallique reliée au bâti ou à l'embase de montage. La feuille doit seulement être appliquée sur les parties de surface qui peuvent être touchées avec le doigt d'épreuve normalisé (voir Figure 10) pendant le fonctionnement ou le réglage du contacteur. Lorsque la partie isolante d'une enveloppe intégrée ne peut pas être touchée

par le doigt d'épreuve normalisé par suite de la présence d'une enveloppe supplémentaire, aucune feuille n'est requise.

b) Vérification de la tension de tenue aux chocs

1) Généralités

Le contacteur doit satisfaire aux exigences indiquées en 8.2.3.2.

La vérification de l'isolation est effectuée par un essai à la tension assignée de tenue aux chocs.

Les distances d'isolement égales ou supérieures aux valeurs de la classe A du Tableau 17 peuvent être vérifiées par un mesurage suivant la méthode décrite en Annexe E.

2) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle spécifiée en 8.2.3.2.

Pour les contacteurs incorporant des dispositifs de suppression des surtensions, l'énergie du courant d'essai ne doit pas être supérieure à la valeur d'énergie assignée aux dispositifs de suppression des surtensions. Ces derniers doivent être adaptés à l'application.

NOTE 1 Ces caractéristiques assignées sont à l'étude.

Le matériel d'essai doit être calibré pour produire une onde 1,2/50 μ s tel que défini dans la CEI 61180. La sortie est alors raccordée au contacteur en essai et l'impulsion est appliquée cinq fois pour chaque polarité à des intervalles d'au moins 1 s. L'influence du contacteur soumis à l'essai sur la forme de l'onde est ignorée, le cas échéant.

3) Application de la tension d'essai

Le contacteur étant monté et préparé comme spécifié au point 1) ci-dessus, la tension d'essai est appliquée comme suit:

- i) entre toutes les bornes du circuit principal reliées entre elles (y compris les circuits de commande et auxiliaire reliés au circuit principal) et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- ii) entre chaque pôle du circuit principal et les autres pôles reliés entre eux et l'enveloppe ou l'embase de montage, les contacts étant dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- iii) entre chaque circuit de commande et chaque circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal et:
 - le circuit principal,
 - les autres circuits,
 - les masses,
 - l'enveloppe ou l'embase de montage,qui, dans les cas appropriés, peuvent être reliés entre eux;

4) Critères d'acceptation

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive non intentionnelle au cours des essais.

NOTE 2 Une exception est une décharge disruptive provoquée intentionnellement, par exemple par des dispositifs de suppression des surtensions transitoires.

NOTE 3 Le terme «décharge disruptive» s'applique aux phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous une contrainte électrique durant lesquels la décharge court-circuite complètement l'isolation en essai, réduisant la tension appliquée entre les électrodes à une valeur nulle ou presque nulle.

NOTE 4 Le terme «amorçage» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit dans un diélectrique gazeux ou liquide.

NOTE 5 Le terme «contournement» est utilisé lorsque la décharge disruptive apparaît le long de la surface d'un diélectrique immergé dans un milieu gazeux ou liquide.

NOTE 6 Le terme «perforation» est utilisé lorsque la décharge disruptive se produit à travers un diélectrique solide.

NOTE 7 Une décharge disruptive dans un diélectrique solide occasionne la perte permanente de la rigidité diélectrique de l'objet; dans un diélectrique liquide ou gazeux, cette perte peut n'être que momentanée.

c) Vérification de la tenue à fréquence industrielle de l'isolation solide

1) Généralités

Cet essai est applicable pour la vérification de l'isolation solide et l'aptitude à résister à des surtensions temporaires.

Les valeurs du Tableau 19 sont réputées couvrir l'aptitude à supporter les surtensions temporaires (voir note de bas de tableau a du Tableau 19).

2) Tension d'essai

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale et sa fréquence doit être comprise entre 45 Hz et 65 Hz. Le transformateur à haute tension utilisé pour cet essai doit être conçu de manière telle que, lorsque les bornes de sortie sont court-circuitées après réglage de la tension de sortie à la valeur appropriée de la tension d'essai, le courant de sortie soit au moins égal à 200 mA.

Le relais de surintensité ne doit pas se déclencher lorsque le courant de sortie est inférieur à 100 mA.

La valeur de la tension d'essai doit être la suivante:

- i) pour le circuit principal, ainsi que pour les circuits de commande et les circuits auxiliaires, conformément au Tableau 19. L'incertitude de mesure de la tension d'essai ne doit pas excéder $\pm 3\%$.
- ii) si une tension d'essai alternative ne peut pas être appliquée, par exemple à cause de composants de filtre CEM, une tension d'essai continue ayant la valeur du Tableau 19, troisième colonne, peut être utilisée. L'incertitude de mesure de la tension d'essai ne doit pas excéder $\pm 3\%$.

La tension d'essai appliquée doit être à $\pm 3\%$.

3) Application de la tension d'essai

Pour l'essai diélectrique entre phases, tous les circuits entre ces phases peuvent être déconnectés pour l'essai.

NOTE 8 L'objet de cet essai est de vérifier seulement l'isolation principale et supplémentaire.

Pour l'essai diélectrique entre phase et terre, tous les circuits doivent être raccordés.

NOTE 9 L'objet de cet essai est de vérifier à la fois l'isolation principale et supplémentaire, et l'aptitude à supporter les surtensions temporaires.

La tension d'essai doit être appliquée pendant 5 s conformément aux points b) 3) i), b) 3) ii) et b) 3) iii) ci-dessus.

4) Critères d'acceptation

Il ne doit se produire, au cours de l'essai, ni contournement, ni claquage de l'isolation, soit interne (perforation) soit externe (cheminement), ni aucune autre manifestation de décharge disruptive. Toute décharge lumineuse doit être négligée. Les composants connectés entre phase et terre peuvent être endommagés pendant les essais mais cela ne doit pas avoir pour résultat une condition qui conduirait à une situation dangereuse.

NOTE 10 Les niveaux de tension à la terre sont basés sur la CEI 60664-1 dans des conditions extrêmes qui ne se produisent généralement pas en pratique.

d) Vérification de la tenue à fréquence industrielle après les essais de manœuvre

1) Généralités

Il convient d'effectuer l'essai sur le contacteur tel qu'il était monté pour les essais de manœuvre. Si ce n'est pas réalisable, il peut être déconnecté et retiré du circuit d'essai; il faut cependant prendre des mesures afin de s'assurer que ceci n'influence pas le résultat de l'essai.

2) Tension d'essai

Les exigences du point c) 2) ci-dessus doivent être appliquées, sauf que la valeur de la tension d'essai doit être $2 U_e$ avec une valeur efficace minimale de 1 000 V ou 1 415 V en courant continu si une tension d'essai alternative ne peut pas être appliquée. La valeur de U_e à laquelle il est fait référence est celle utilisée pour les essais de manœuvre.

3) Application de la tension d'essai

Les exigences du point c) 3) ci-dessus doivent être appliquées. L'application de la feuille métallique, selon 9.3.3.4.1, point a), n'est pas requise.

4) Critères d'acceptation

Les exigences du point c) 4) ci-dessus doivent être appliquées.

e) Vérification de la tenue en courant continu

A l'étude.

f) Vérification des lignes de fuite

Les lignes de fuite les plus courtes entre les phases, entre les conducteurs de circuit à tensions différentes et les parties actives et les masses doivent être mesurées. Les lignes de fuite mesurées en fonction du groupe de matériau et du degré de pollution doivent satisfaire aux exigences données en 8.2.3.5.

9.3.3.4.2 Essais individuels

a) Tension de tenue aux chocs

Les essais doivent être effectués conformément au point b) of 9.3.3.4.1. La tension ne doit pas être inférieure à la plus grande des deux valeurs suivantes: 30 % de la tension assignée de tenue aux chocs (sans facteur de correction d'altitude) ou $2 U_i$.

b) Tension de tenue à fréquence industrielle

1) Tension d'essai

Le dispositif d'essai doit être le même que celui indiqué au point c) 2) of 9.3.3.4.1; il convient toutefois que la surintensité de déclenchement soit réglée à 25 mA.

Cependant, le constructeur peut, pour des raisons de sécurité, utiliser un dispositif d'essai de puissance inférieure ou de réglage de déclenchement plus bas mais le courant de court-circuit du dispositif d'essai doit être au moins égal à huit fois le réglage de déclenchement nominal du relais de surintensité, par exemple pour un transformateur avec un courant de court-circuit de 40 mA, le réglage de déclenchement maximal du relais de surintensité doit être $5 \text{ mA} \pm 1 \text{ mA}$.

NOTE 1 La capacité du contacteur peut être prise en compte.

La valeur efficace de la tension d'essai doit être $2 U_e$ avec un minimum de 1 000 V.

NOTE 2 Dans le cas de valeurs multiples, U_e se réfère à la plus haute valeur indiquée sur le contacteur ou donnée dans la documentation du constructeur.

2) Application de la tension d'essai

Les exigences du point c) 3) de 9.3.3.4.1 doivent être appliquées sauf que la durée de l'application de la tension d'essai doit être de 1 s seulement.

Cependant, en variante, une procédure simplifiée d'essai peut être utilisée, s'il est considéré que l'isolation est soumise à une contrainte diélectrique équivalente.

3) Critères d'acceptation

Le relais de surintensité ne doit pas déclencher.

c) Tensions combinées d'ondes de choc et de tenue à fréquence industrielle

Les essais des points a) and b) ci-dessus peuvent être remplacés par un seul essai de tenue à fréquence industrielle où la valeur de crête de l'onde sinusoïdale correspond à la plus grande des deux valeurs du point a) ou du point b).

d) En aucun cas l'application de la feuille métallique selon 9.3.3.4.1, point a) n'est requise.

9.3.3.4.3 Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

a) Généralités

Ces essais sont destinés à vérifier que les distances d'isolement restent conformes au plan de conception et sont seulement applicables au contacteur ayant des distances d'isolement inférieures à celles correspondant au Tableau 17, cas A.

b) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs.

c) Application de la tension d'essai

Les exigences du point b) 3) de 9.3.3.4.1 doivent être appliquées sauf qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer la feuille métallique sur l'organe de manœuvre ou l'enveloppe.

d) Critères d'acceptation

Il ne doit pas se produire de décharge disruptive.

9.3.3.4.4 Essais pour les contacteurs avec séparation de protection

Les essais pour les contacteurs avec séparation de protection sont donnés dans l'Annexe I.

Tableau 16 – Tensions d'essai de choc et altitudes correspondantes

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	$U_{1,2/50}$, choc kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,33	0,36	0,36	0,35	0,34	0,33
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,5
0,8	0,95	0,9	0,9	0,85	0,8
1,5	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4
6	7,4	7,2	7	6,7	6
8	9,8	9,6	9,3	9	8

Tableau 17 – Distances minimales d'isolement dans l'air

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp}	Distances d'isolement minimales mm							
	Cas A Conditions de champ non homogène (voir 3.5.31)				Cas B Champ homogène conditions idéales (voir 3.5.30)			
	Degré de pollution				Degré de pollution			
kV	1	2	3	4	1	2	3	4
0,33	0,01				0,01			
0,5	0,04	0,2			0,04	0,2		
0,8	0,1		0,8		0,1		0,8	1,6
1,5	0,5	0,5		1,6	0,3	0,3		
2,5	1,5	1,5	1,5		0,6	0,6		
4	3	3	3	3	1,2	1,2	1,2	
6	5,5	5,5	5,5	5,5	2	2	2	2
8	8	8	8	8	3	3	3	3

Tableau 18 – Lignes de fuite minimales

Tension assignée d'isolement de l'équipement ou tension locale en valeur alternative, efficace ou continue V e	Lignes de fuite pour les matériels sujets à des contraintes de longue durée														
	mm														
	Degré de pollution			Degré de pollution				Degré de pollution				Degré de pollution			
	1 f	2 f	1	2				3				4			
	Groupe de matériau			Groupe de matériau				Groupe de matériau				Groupe de matériau			
b	c	b	I a	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb	
10	0,025	0,04	0,08	0,4	0,4	0,4	1	1	1	1,6	1,6	1,6			
12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	1,6	1,6	1,6			
16	0,025	0,04	0,1	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	1,6	1,6	1,6			
20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	1,6	1,6	1,6			
25	0,025	0,04	0,125	0,5	0,5	0,5	1,25	1,25	1,25	1,7	1,7	1,7			
32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	1,8	1,8	1,8			
40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	1,9	2,4	3			
50	0,025	0,04	0,18	0,6	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	2	2,5	3,2			
63	0,04	0,063	0,2	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2	2,1	2,6	3,4		d	
80	0,063	0,1	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	2,2	2,8	3,6			
100	0,1	0,16	0,25	0,71	1	1,4	1,8	2	2,2	2,4	3,0	3,8			
125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	2,5	3,2	4			
160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2	2,2	2,5	3,2	4	5			
200	0,4	0,63	0,42	1	1,4	2	2,5	2,8	3,2	4	5	6,3			
250	0,56	1	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	5	6,3	8			
320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	6,3	8	10			
400	1	2	1	2	2,8	4	5	5,6	6,3	8	10	12,5			

a Groupe de matériau I ou groupes de matériaux II, IIIa, IIIb où les risques de cheminement sont réduits par suite des conditions de la CEI 60664-1.

b Groupes de matériaux I, II, IIIa, IIIb.

c Groupes de matériaux I, II, IIIa.

d Les valeurs des lignes de fuite n'ont pas été déterminées pour cette zone. Il n'est généralement pas recommandé d'utiliser le groupe de matériau IIIb pour le degré de pollution 4.

e Exceptionnellement, on peut utiliser, pour les tensions 127, 208, 415 et 440 V, les valeurs de lignes de fuite correspondant respectivement à 125, 200, 400 V.

f Les valeurs indiquées dans ces deux colonnes s'appliquent aux lignes de fuite des matériaux pour circuits imprimés.

Tableau 19 – Tension d'essai diélectrique en fonction de la tension assignée d'isolement

Tension assignée d'isolement U_i V	Tension d'essai en courant alternatif (valeur efficace) V	Tension d'essai en courant continu a, b V
$U_i \leq 60$	1 000	1 415
$60 < U_i \leq 300$	1 500	2 120
$300 < U_i \leq 440$	1 640	2 320

a Tensions d'essai basées sur la CEI 60664-1 :2007, 6.1.3.4.1, cinquième alinéa.

b Une tension d'essai en courant continu peut être utilisée seulement si une tension d'essai alternative ne peut pas être appliquée. Voir aussi point c) 2) ii) de 9.3.3.4.1.

9.3.3.5 Pouvoirs de fermeture et de coupure

9.3.3.5.1 Conditions générales pour les essais

Les essais de vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être effectués suivant les conditions générales d'essai définies en 9.3.2.1.

Les contacteurs tétrapolaires doivent être soumis aux essais comme les contacteurs tripolaires, le pôle inutilisé qui, dans le cas des contacteurs pourvus d'un pôle neutre est le pôle neutre, étant relié au bâti. Un essai sur trois pôles adjacents est suffisant.

Les essais doivent être effectués sans défaillance dans les conditions de fonctionnement indiquées au Tableau 7 (voir 9.3.3.5.4, point b)).

La tension d'alimentation de commande doit être 100 % de U_s pour l'essai des catégories d'emploi AC-7a et AC-7c. Pour l'essai de la catégorie d'emploi AC-7b, elle doit être 110 % de U_s pour la moitié du nombre de cycles de manœuvres et 85 % de U_s pour l'autre moitié.

Les connexions de raccordement au circuit principal doivent être semblables à celles destinées à être utilisées quand le contacteur est en service. En cas de nécessité ou pour des raisons de commodité, les circuits de commande et auxiliaires et, en particulier la bobine du contacteur, peuvent être alimentés par une source indépendante. Une telle source doit fournir la même nature de courant et la même tension que celles spécifiées pour les conditions d'utilisation.

9.3.3.5.2 Circuit d'essai

- a) Les Figures 11, 12, 13 et 14 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais concernant:
- un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé (Figure 11);
 - un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé (Figure 12);
 - un contacteur tripolaire ou trois contacteurs unipolaires en courant alternatif triphasé (Figure 13);
 - un contacteur tétrapolaire en courant alternatif triphasé sur un circuit à quatre conducteurs (Figure 14).

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

- b) Le courant présumé aux bornes d'alimentation du contacteur doit être au moins égal à 10 fois le courant d'essai.
- c) Le circuit d'essai comprend la source d'alimentation, le contacteur en essai D et le circuit de charge.
- d) 1) Catégories d'emploi AC-7a et AC-7b:

Le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série avec des réactances dans l'air. Les réactances dans l'air dans chaque phase doivent être shuntées par des résistances absorbant environ 0,6 % du courant traversant la réactance.

Toutefois, lorsqu'une tension transitoire de rétablissement est spécifiée, des résistances et des condensateurs doivent être mis en parallèle sur la charge, au lieu des résistances shunt 0,6 %, la Figure 16 représentant le circuit de charge complet.

- 2) Catégorie d'emploi AC-7c:

Le schéma du circuit est donné à la Figure 22. Le courant de court-circuit présumé de l'alimentation doit être compris entre 3 kA et 4 kA avec un $\cos \varphi = 0,90 \pm 0,05$.

Le circuit de charge doit être constitué par des résistances montées en série avec des réactances dans l'air et des condensateurs en parallèle.

La résistance de ligne R_1 est constituée d'un câble à deux conducteurs, de 2 x 12,5 m de longueur et de section appropriée au courant assigné.

Le circuit de charge est constitué:

- d'un condensateur compensé C_p d'une valeur de 10 μF (-0 μF ; +2 μF) par A.

Ex: pour 10 A, $C_p = 100 \mu\text{F}$; pour 20 A, $C_p = 200 \mu\text{F}$.

Les condensateurs doivent être raccordés avec des conducteurs de section 2,5 mm², de longueur la plus courte possible;

- d'une inductance, X, et d'une résistance, R, ajustées de façon à obtenir un circuit de charge (comprenant C_p , R et X) présentant le facteur de puissance et le courant d'essai indiqués aux Tableaux 7 et 9.

e) Les charges doivent être réglées de façon à obtenir, à la tension spécifiée:

- les valeurs du courant, du facteur de puissance et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiées au Tableau 7;
- lorsqu'elles sont spécifiées, la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement et la valeur du facteur γ .

Le facteur γ est le rapport de la valeur U_1 de la crête maximale de la tension transitoire de rétablissement à la valeur instantanée U_2 , à l'instant du zéro de courant, de la composante de la tension de rétablissement à la fréquence utilisée (voir Figure 15).

f) Le circuit d'essai doit être mis à la terre en un point et un seul; le compte rendu d'essai doit indiquer la position de ce point.

g) Toutes les parties du matériel normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées comme indiqué dans les Figures 11, 12, 13 ou 14.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être 1 500 A \pm 10 %, sauf dans les cas indiqués dans les Notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

NOTE 1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fondra à 1 500 A en une demi-période environ à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz.

NOTE 2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être accepté, sous réserve de l'accord du constructeur, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 4 Il est recommandé que la relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre soit conforme au tableau ci-dessous:

Diamètre du fil de cuivre mm	Courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.3.5.3 Caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement

Les exigences suivantes sont applicables aux contacteurs de catégorie d'emploi AC-7b.

Pour simuler les conditions dans les circuits comprenant des charges constituées par des moteurs (charges inductives), la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement du circuit de charge doit être réglée à la valeur:

$$f = 2\,000 \times I_c^{0,2} \times U_e^{-0,8} \pm 10\%$$

où

f est la fréquence d'oscillation, en kilohertz;

I_c est le courant coupé, en ampères;

U_e est la tension assignée d'emploi du matériel, en volts.

Le facteur γ doit être réglé à la valeur:

$$\gamma = 1,1 \pm 0,05.$$

On peut obtenir la valeur de la réactance nécessaire à l'essai en montant plusieurs réactances en parallèle, à condition que la tension transitoire de rétablissement puisse encore être considérée comme n'ayant qu'une fréquence d'oscillation. Ceci est généralement le cas lorsque les réactances ont à peu près la même constante de temps.

Les connexions entre les bornes aval du contacteur et les bornes du circuit de charge une fois réglé doivent être aussi courtes que possible. Il convient d'effectuer le réglage avec ces connexions en place.

Le réglage de la tension transitoire de rétablissement doit être effectué sur l'ensemble du circuit de charge et, en particulier, le point de mise à la terre ne doit pas être déplacé entre le réglage et l'essai.

Une procédure de réglage du circuit de charge est donnée à l'Annexe C.

9.3.3.5.4 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure

a) Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure des contacteurs

Un contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 7.

b) Comportement et état du contacteur pendant et après les essais de pouvoir de fermeture et de coupure.

Au cours des essais effectués dans les limites des pouvoirs de coupure et de fermeture spécifiés en 9.3.3.5 et pendant la vérification du fonctionnement en service en 9.3.3.6.2, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.3.5.2), ni soudure des contacts.

Après les essais, les propriétés diélectriques du contacteur doivent être vérifiées par un essai diélectrique tel que spécifié en 9.3.3.4.1, point d).

Les contacts doivent fonctionner lorsque le contacteur est manoeuvré par le mode de commande convenable.

9.3.3.6 Aptitude au fonctionnement en service

9.3.3.6.1 Généralités

Les essais relatifs à la vérification du fonctionnement conventionnel en service sont destinés à vérifier qu'un contacteur est capable de répondre aux exigences du Tableau 9.

Les connexions du circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le contacteur est en service.

Le circuit d'essai mentionné en 9.3.3.5.2 est applicable et la charge est à accorder conformément à 9.3.3.5.3.

La tension de commande doit être 100 % de la tension assignée d'alimentation de commande.

9.3.3.6.2 Fonctionnement conventionnel en service des contacteurs

Le contacteur doit établir et couper le courant correspondant à sa catégorie d'emploi pour le nombre de cycles de manœuvres indiqué au Tableau 9.

9.3.3.6.3 Comportement des contacteurs pendant et après les essais de fonctionnement conventionnel en service

Il convient de satisfaire aux exigences de 9.3.3.5.4, point b), et les propriétés diélectriques du contacteur doivent être vérifiées par un essai diélectrique tel que spécifié en 9.3.3.4.1, point d).

9.3.4 Fonctionnement en condition de court-circuit

9.3.4.1 Généralités

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour vérifier la conformité aux exigences données en 8.2.5. Les exigences particulières concernant les modalités d'essai, les séquences d'essais, l'état du contacteur après les essais, sont données en 9.3.4.2 et 9.3.4.3.

9.3.4.2 Conditions générales pour les essais de court-circuit

9.3.4.2.1 Exigences générales pour les essais de court-circuit

Les exigences générales de 9.3.2.1 sont applicables. Le contacteur doit être manoeuvré dans les conditions spécifiées en 8.2.1. On doit vérifier que le contacteur fonctionne correctement à vide lorsqu'il est manoeuvré dans les conditions ci-dessus.

9.3.4.2.2 Circuit d'essai

a) Les Figures 17, 18, 19 et 20 représentent les schémas des circuits à utiliser pour les essais:

- d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé (Figure 17);
- d'un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé (Figure 18);
- d'un contacteur tripolaire en courant alternatif triphasé (Figure 19);
- d'un contacteur tétrapolaire en courant alternatif triphasé dans un circuit à quatre conducteurs (Figure 20).

Un schéma détaillé du circuit utilisé pour l'essai doit figurer au compte rendu d'essai.

b) La source S alimente un circuit comprenant des résistances R_1 , des réactances X et le contacteur en essai D.

Elle doit, dans tous les cas, avoir une puissance suffisante pour permettre la vérification des caractéristiques indiquées par le constructeur.

La résistance et la réactance du circuit d'essai doivent être réglables pour satisfaire aux conditions d'essai spécifiées. Les réactances X doivent être dans l'air. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances R_1 et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série de réactances élémentaires; le couplage en parallèle de réactances est admis lorsque ces réactances ont pratiquement la même constante de temps.

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant des réactances dans l'air de valeur élevée ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la réactance dans l'air dans chaque phase doit être shuntée par une résistance absorbant environ 0,6 % du courant traversant la réactance, à moins d'accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

- c) Dans chacun des circuits d'essai (Figures 17, 18, 19 et 20), les résistances et les réactances sont placées entre la source d'alimentation S et le contacteur en essai D. Les positions de l'appareil de fermeture A et des dispositifs d'enregistrement des courants (I_1 , I_2 , I_3) peuvent être différentes. Le raccordement du contacteur en essai au circuit d'essai doit être précisé dans le compte rendu d'essai.

Lorsque les essais sont effectués avec un courant inférieur à sa valeur assignée, les impédances supplémentaires prescrites doivent normalement être insérées en aval du contacteur, entre celui-ci et le court-circuit; elles peuvent cependant être insérées en amont; dans ce cas, le compte rendu d'essai doit le mentionner.

Sauf accord particulier entre le constructeur et l'utilisateur dont les détails doivent figurer dans le compte rendu d'essai, le schéma du circuit d'essai doit être conforme aux figures.

Il ne doit y avoir qu'un point et un seul du circuit d'essai raccordé à la terre; ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable, mais la manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le compte rendu d'essai.

- d) Toutes les parties du contacteur normalement raccordées à la terre en service, y compris l'enveloppe ou les écrans, doivent être isolées de la terre et raccordées à un point comme indiqué aux Figures 17, 18, 19 et 20.

Ce raccordement doit comprendre un élément fusible F constitué par un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre et d'au moins 50 mm de long, ou un élément fusible équivalent, pour la détection du courant de défaut.

Le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible doit être $1\,500\text{ A} \pm 10\%$, sauf dans les cas indiqués dans les Notes 2 et 3. Si nécessaire, une résistance limitant le courant à cette valeur doit être utilisée.

NOTE 1 Un fil de cuivre de 0,8 mm de diamètre fondra à 1 500 A en une demi-période environ à une fréquence comprise entre 45 Hz et 67 Hz.

NOTE 2 Le courant de défaut présumé peut être inférieur à 1 500 A, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 3 Dans le cas d'une alimentation à neutre artificiel, un courant de défaut présumé de plus faible valeur peut être accepté, sous réserve de l'accord du constructeur, avec un fil de cuivre de diamètre plus petit (voir Note 4), correspondant à la même durée de fusion que dans la Note 1.

NOTE 4 Il est recommandé que la relation entre le courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible et le diamètre du fil de cuivre soit conforme au tableau ci-dessous:

Diamètre du fil de cuivre mm	Courant de défaut présumé dans le circuit de l'élément fusible A
0,1	50
0,2	150
0,3	300
0,4	500
0,5	800
0,8	1 500

9.3.4.2.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

Il est recommandé que le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai soit déterminé suivant une méthode reconnue, qui doit être mentionnée dans le compte rendu d'essai.

Deux exemples sont donnés en Annexe D.

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la valeur moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Le facteur de puissance doit être conforme au Tableau 20.

La différence entre cette valeur moyenne et les valeurs maximales et minimales des facteurs de puissance dans les différentes phases doit rester dans les tolérances $\pm 0,05$.

Tableau 20 – Valeurs des facteurs de puissance correspondant aux courants d'essai et rapport n entre la valeur de crête et la valeur efficace du courant

Courant d'essai A	Facteur de puissance	n
$I \leq 1\,500$	0,95	1,41
$1\,500 < I \leq 3\,000$	0,9	1,42
$3\,000 < I \leq 4\,500$	0,8	1,47
$4\,500 < I \leq 6\,000$	0,7	1,53

9.3.4.2.4 Etalonnage du circuit d'essai

L'étalonnage du circuit d'essai est effectué en plaçant des connexions provisoires B d'impédance négligeable aussi près que possible des bornes destinées au raccordement du contacteur en essai.

Les résistances R_1 et les réactances X sont réglées de façon à obtenir, à la tension appliquée, un courant égal au pouvoir assigné de coupure en court-circuit ainsi que le facteur de puissance indiqué en 9.3.4.2.3.

Pour déterminer le pouvoir de fermeture en court-circuit du contacteur en essai à partir de l'oscillogramme d'étalonnage, il faut étalonner le circuit de manière à s'assurer que le courant établi présumé est établi sur l'une des phases.

NOTE La tension appliquée est la tension à circuit ouvert nécessaire à l'obtention de la tension spécifiée de rétablissement à fréquence industrielle (mais voir aussi la Note 1 en 9.3.2.2.3).

Le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et l'on enregistre la courbe du courant pendant une durée d'au moins 0,1 s.

9.3.4.2.5 Procédure d'essai

Après étalonnage du circuit d'essai conformément à 9.3.4.2.4, les connexions provisoires sont remplacées par le contacteur en essai et ses câbles de raccordement, s'il y a lieu.

Le contacteur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Ils doivent être reliés au circuit d'essai par un câble (correspondant au courant d'emploi) d'une longueur maximale de 2,4 m pour chaque circuit principal.

On estime que les essais en courant triphasé sont valables pour les emplois en courant monophasé.

9.3.4.2.6 Interprétation des enregistrements

- a) *Détermination de la tension appliquée et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle*

La tension appliquée et la tension de rétablissement à fréquence industrielle sont déterminées d'après l'enregistrement correspondant à l'essai de coupure effectué avec le contacteur en essai et évaluées comme indiqué dans la Figure 21.

La tension côté alimentation doit être mesurée au cours de la première période complète après l'extinction de l'arc sur tous les pôles et l'atténuation des phénomènes à haute fréquence (voir Figure 21).

b) *Détermination du courant coupé présumé*

Cette détermination s'effectue en comparant les courbes de courant relevées à l'enregistreur lors de l'étalonnage du circuit et celles relevées lors de l'essai de coupure du contacteur (voir Figure 21).

En courant alternatif, la composante périodique du courant coupé présumé est prise égale à la valeur efficace de la composante périodique du courant d'étalonnage à l'instant correspondant à la séparation des contacts d'arc (valeur correspondant à $A_2/2\sqrt{2}$ de la Figure 21, point a)). Le courant coupé présumé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases; la différence entre la moyenne de ces courants et la valeur du courant présumé dans n'importe quelle phase ne doit pas dépasser 10 % de sa valeur moyenne.

c) *Détermination de la valeur de crête du courant établi présumé*

La valeur de crête du courant établi présumé est déterminée d'après l'enregistrement d'étalonnage et sa valeur doit être prise à celle correspondant à A_1 de la Figure 21, point a). Dans le cas d'un essai triphasé, sa valeur doit être prise égale à la plus grande des trois valeurs A_1 obtenues d'après l'enregistrement.

NOTE Dans le cas d'essais sur un contacteur unipolaire, la valeur de crête du courant établi présumé, déterminée d'après l'enregistrement de l'étalonnage, peut être différente de la valeur réelle du courant établi correspondant à l'essai, suivant l'instant d'établissement.

9.3.4.3 Courant de court-circuit conditionnel

9.3.4.3.1 Généralités

Le contacteur et le DPCC associé doivent être soumis aux essais décrits en 9.3.4.3.2 et 9.3.4.3.3. Les essais doivent être effectués de manière à obtenir les valeurs maximales de I_e et de U_e .

Pour un contacteur à commande électromagnétique, l'électro-aimant doit être maintenu fermé par une alimentation électrique distincte, à la tension de commande spécifiée. Le DPCC utilisé doit être comme précisé en 8.2.5. Si le DPCC est un disjoncteur à courant de réglage ajustable, l'essai doit être effectué avec les valeurs de réglage maximales du disjoncteur.

Au cours de l'essai, toutes les ouvertures de l'enveloppe doivent être fermées comme en service normal et la porte ou le panneau fermé avec les dispositifs prévus.

Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque manœuvre des séquences d'essais aux courants présumés I_r et I_q .

9.3.4.3.2 Essai au courant présumé I_r

Le circuit doit être réglé au courant présumé d'essai correspondant au courant assigné d'emploi I_e conformément au Tableau 21.

Le contacteur et le DPCC associé doivent ensuite être reliés au circuit. La séquence de manœuvres suivante doit être effectuée:

- 1) Une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, le DPCC et le contacteur étant fermés avant l'essai.
- 2) Une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur sur le court-circuit.

Tableau 21 – Valeurs du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi

Courant assigné d'emploi I_e A	Courant présumé I_r kA
$0 < I_e \leq 16$	1
$16 < I_e \leq 63$	3

Le facteur de puissance doit être conforme au Tableau 20 du 9.3.4.2.3.

9.3.4.3.3 Essai au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q

Cet essai est effectué si le courant I_q est supérieur au courant I_r .

Le circuit doit être réglé au courant de court-circuit présumé I_q égal au courant assigné de court-circuit conditionnel.

Si le DPCC est un fusible et si le courant d'essai se situe dans le domaine de limitation de courant du fusible, le fusible doit alors être, si possible, choisi pour admettre les valeurs maximales de I_p et de I^2t .

Le contacteur et le DPCC associé doivent ensuite être raccordés au circuit.

La séquence de manœuvre suivante doit être effectuée:

- 1) Une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée, le DPCC et le contacteur étant fermés avant l'essai.
- 2) Une manœuvre de coupure du DPCC doit être effectuée par la fermeture du contacteur sur le court-circuit.

9.3.4.3.4 Résultats à obtenir

Le contacteur doit être considéré comme ayant satisfait aux essais au courant présumé I_r et, le cas échéant, au courant présumé I_q si les conditions suivantes sont remplies:

- A Le courant de défaut a été interrompu de façon satisfaisante par le DPCC et le fusible ou l'élément fusible ou le raccordement solide placé entre l'enveloppe et l'alimentation ne doit pas avoir fondu.
- B La porte ou le couvercle de l'enveloppe n'a pas été ouvert(e) par soufflage et il est possible de l'ouvrir. Cependant, on peut admettre une déformation de l'enveloppe pourvu que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas inférieur à IP2X.
- C Aucun dommage n'a été causé aux conducteurs ou aux bornes et aucun conducteur n'a été arraché de sa borne.
- D Aucune craquelure ou cassure d'un socle isolant susceptible d'affecter l'intégrité du montage d'une partie active ne s'est produite.
- E Aucune projection n'a eu lieu au-delà de l'enveloppe. Les dommages causés au contacteur sont admis et le contacteur peut ne plus être en mesure de fonctionner.

9.3.5 Aptitude à supporter les courants de surcharge

Pour cet essai, le contacteur doit être monté, raccordé et manœuvré comme spécifié en 9.3.2.

Tous les pôles du contacteur sont soumis simultanément à un essai, avec les valeurs de courant de surcharge et de durée spécifiées en 8.2.4.4. L'essai est effectué à toute tension convenable et commencé avec le contacteur à la température du local.

Après l'essai, le contacteur doit se trouver pratiquement dans les mêmes conditions qu'avant l'essai. Ceci est vérifié par un examen visuel.

NOTE La valeur de I^2t (intégrale de Joule) calculée d'après cet essai ne peut être utilisée pour estimer les performances du contacteur dans les conditions de court-circuit.

9.3.6 Essais individuels

Les essais individuels sont des essais auxquels est soumis tout contacteur pris séparément pendant ou après sa fabrication pour s'assurer qu'il répond aux exigences fixées.

9.3.6.1 Généralités

Les essais individuels doivent être effectués dans les mêmes conditions que celles spécifiées pour les essais de type décrits en 9.1.2 ou dans des conditions équivalentes. Cependant les limites de fonctionnement données en 9.3.3.2 peuvent être vérifiées à la température prédominante de l'air ambiant mais une correction peut être nécessaire pour se ramener aux conditions normales d'ambiance.

9.3.6.2 Fonctionnement et limites de fonctionnement

Des essais sont effectués pour vérifier le fonctionnement dans les limites spécifiées en 8.2.1.2.

NOTE Il n'est pas nécessaire d'atteindre l'équilibre thermique au cours de ces essais.

9.3.6.3 Essais diélectriques

Le Paragraphe 9.3.3.4.2 s'applique.

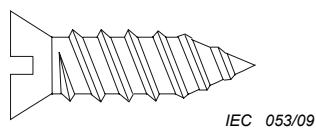


Figure 1 – Vis auto-taraudeuse à déformation

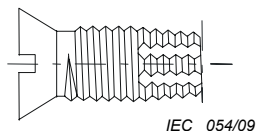


Figure 2 – Vis auto-taraudeuse à découpe

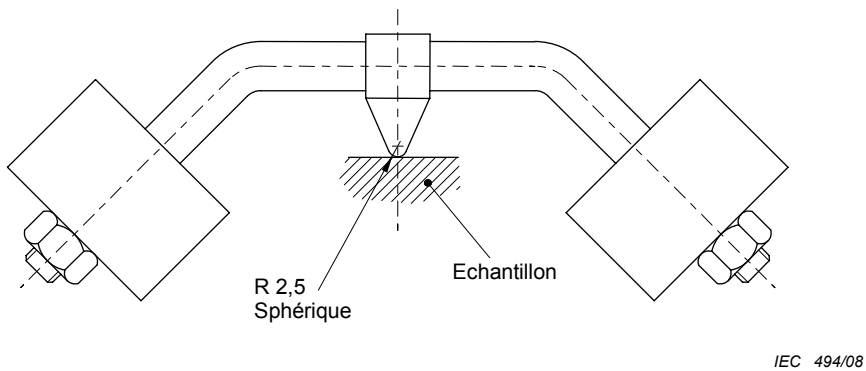
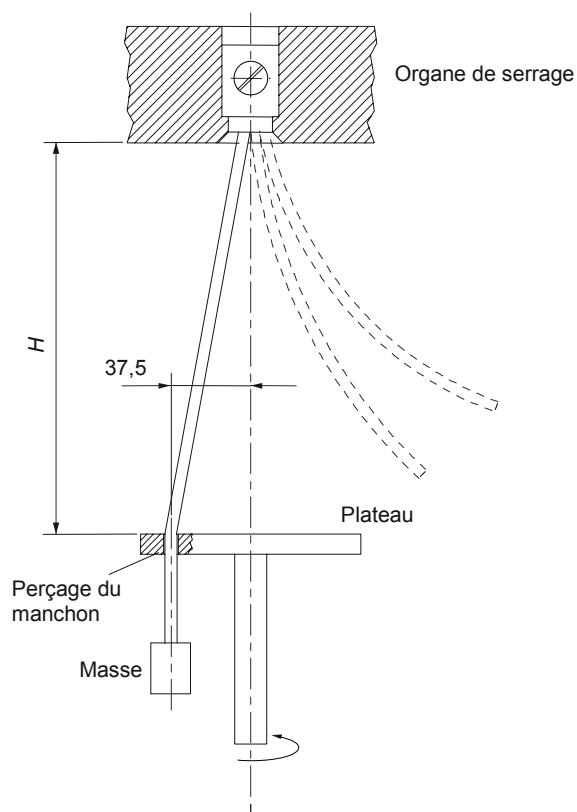


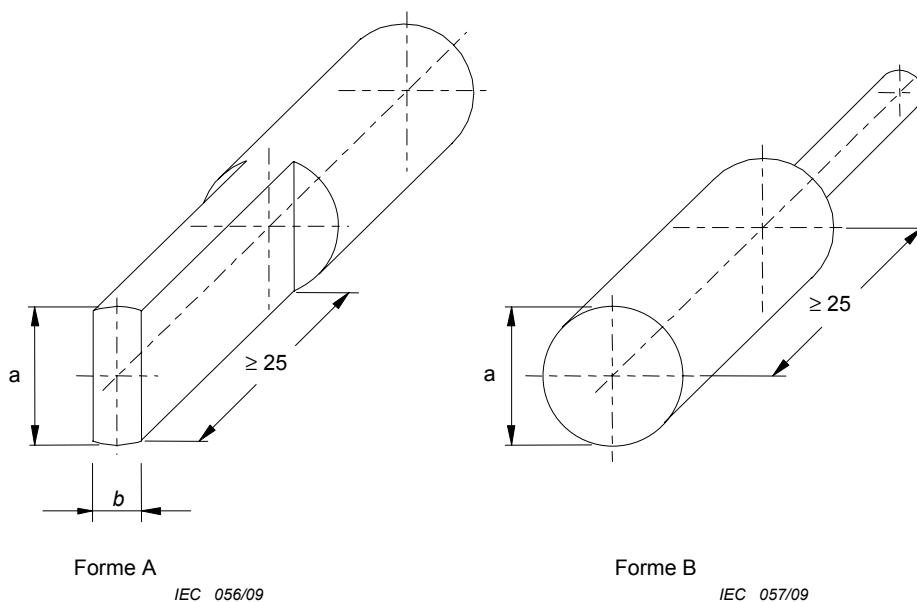
Figure 3 – Appareil pour l'essai à la bille (voir 9.2.2.3.1)



IEC 055/09

Dimensions en millimètres

Figure 4 – Dispositifs d'essai pour l'essai de flexion (voir 9.2.5.3)



Forme A

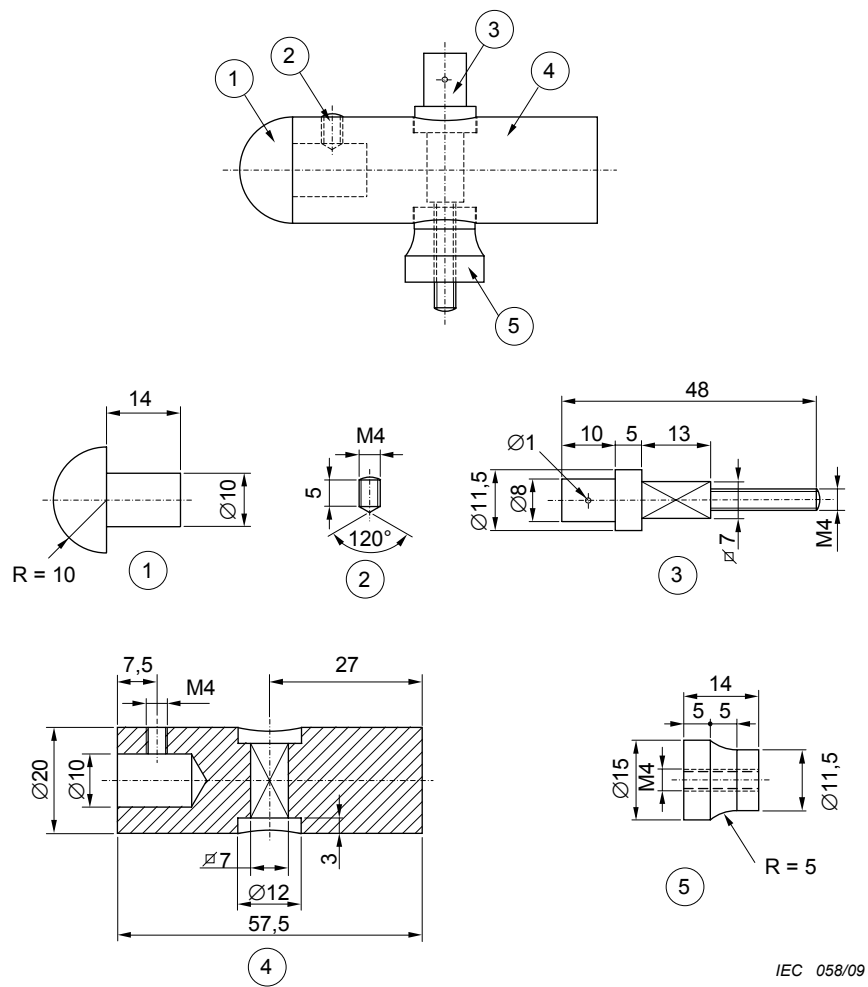
IEC 056/09

Forme B

IEC 057/09

Dimensions en millimètres

Figure 5 – Gabarits de forme A et de forme B (voir 9.2.5.5)



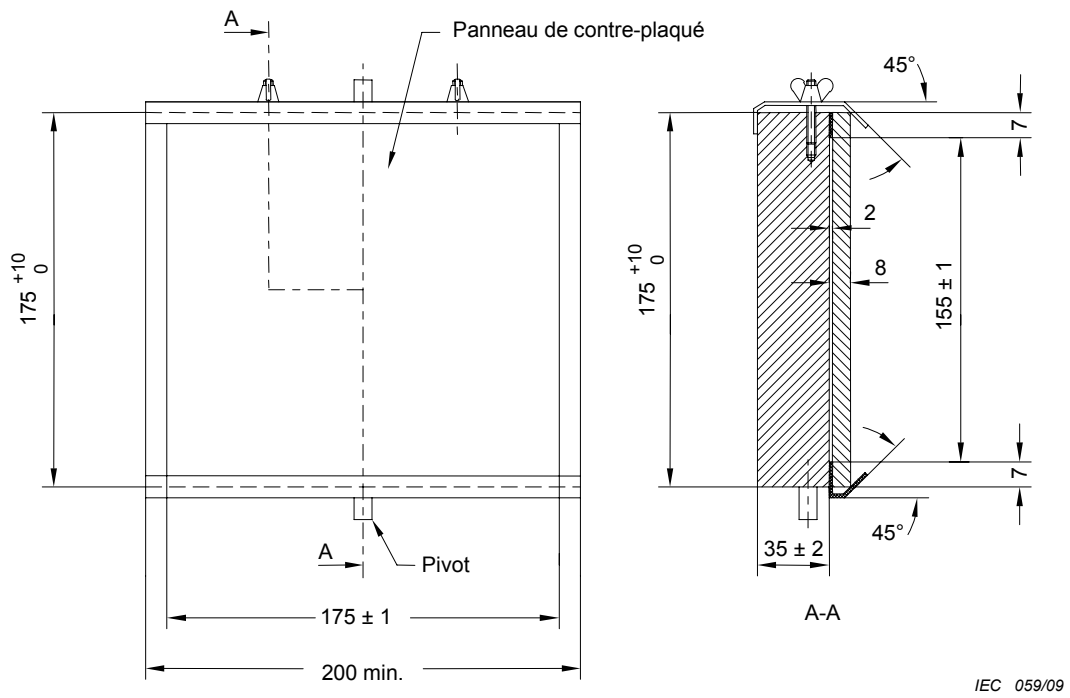
Dimensions en millimètres

Légende :

1 Polyamide

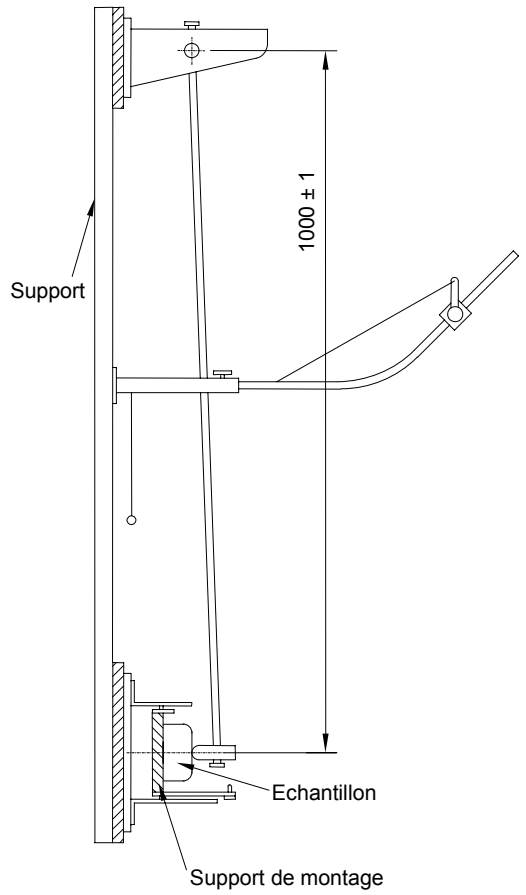
2, 3, 4, 5 Acierl Fe 360

**Figure 6 – Pendule d'essai de choc mécanique (pièce de frappe)
(voir 9.2.6.2.1)**



Dimensions en millimètres

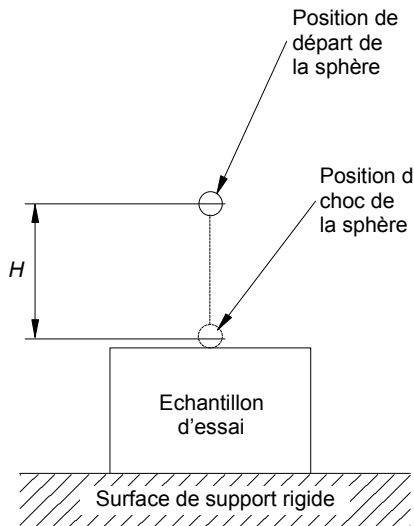
Figure 7 – Support de montage pour l'échantillon, pour l'essai de choc mécanique (voir 9.2.6.2.1)



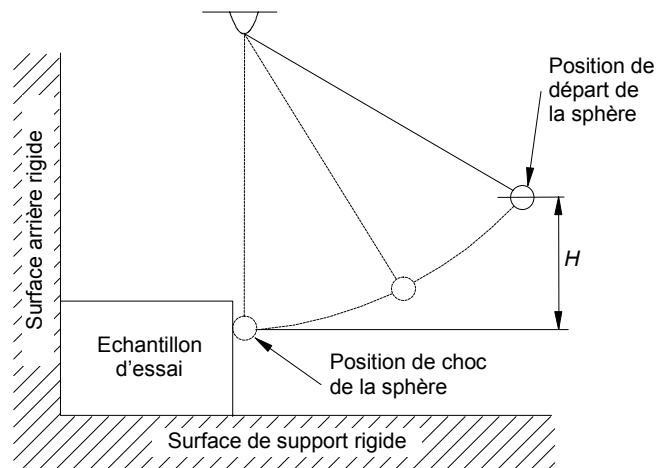
IEC 060/09

Dimensions en millimètres

Figure 8 – Appareil d'essai au pendule (voir 9.2.6.2.1)



IEC 061/09

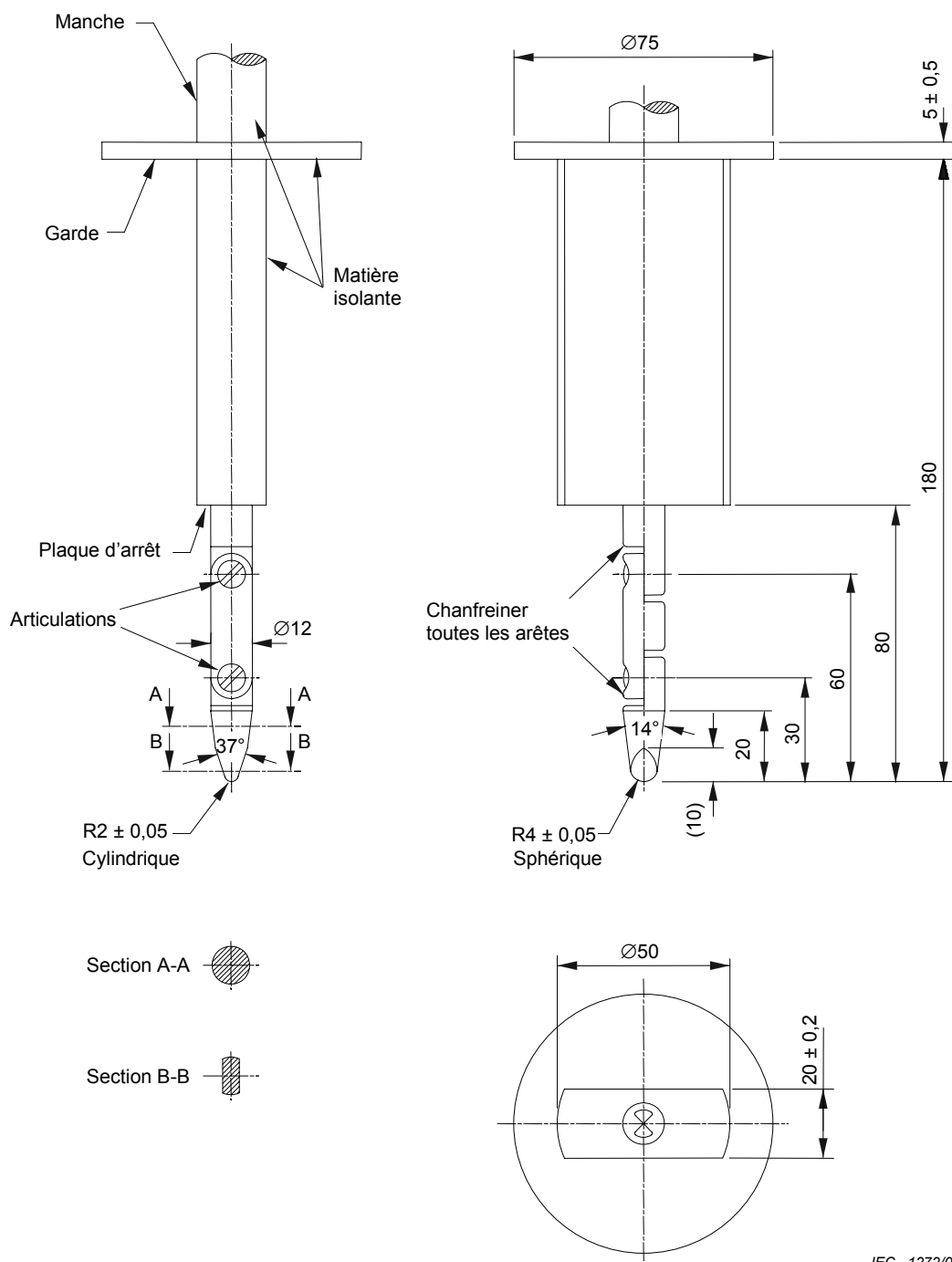


IEC 062/09

NOTE $H = 1\,300$ mm.

Pour l'essai de choc mécanique avec la bille balancée comme un pendule, la sphère doit toucher l'échantillon d'essai quand la corde est dans la position verticale indiquée.

Figure 9 – Appareil d'essai à la sphère (voir 9.2.6.2.2)



IEC 1272/05

Matière: métal sauf spécification contraire

Dimensions linéaires en millimètres

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

sur les angles: 0/-10'

sur les dimensions linéaires:

jusqu'à 25 mm: 0/-0,05

au-dessus de 25 mm: ±0,2

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même panneau et dans le même sens de 90° avec une tolérance de 0 à +10°.

Figure 10 – Doigt d'épreuve articulé (selon CEI 60529)

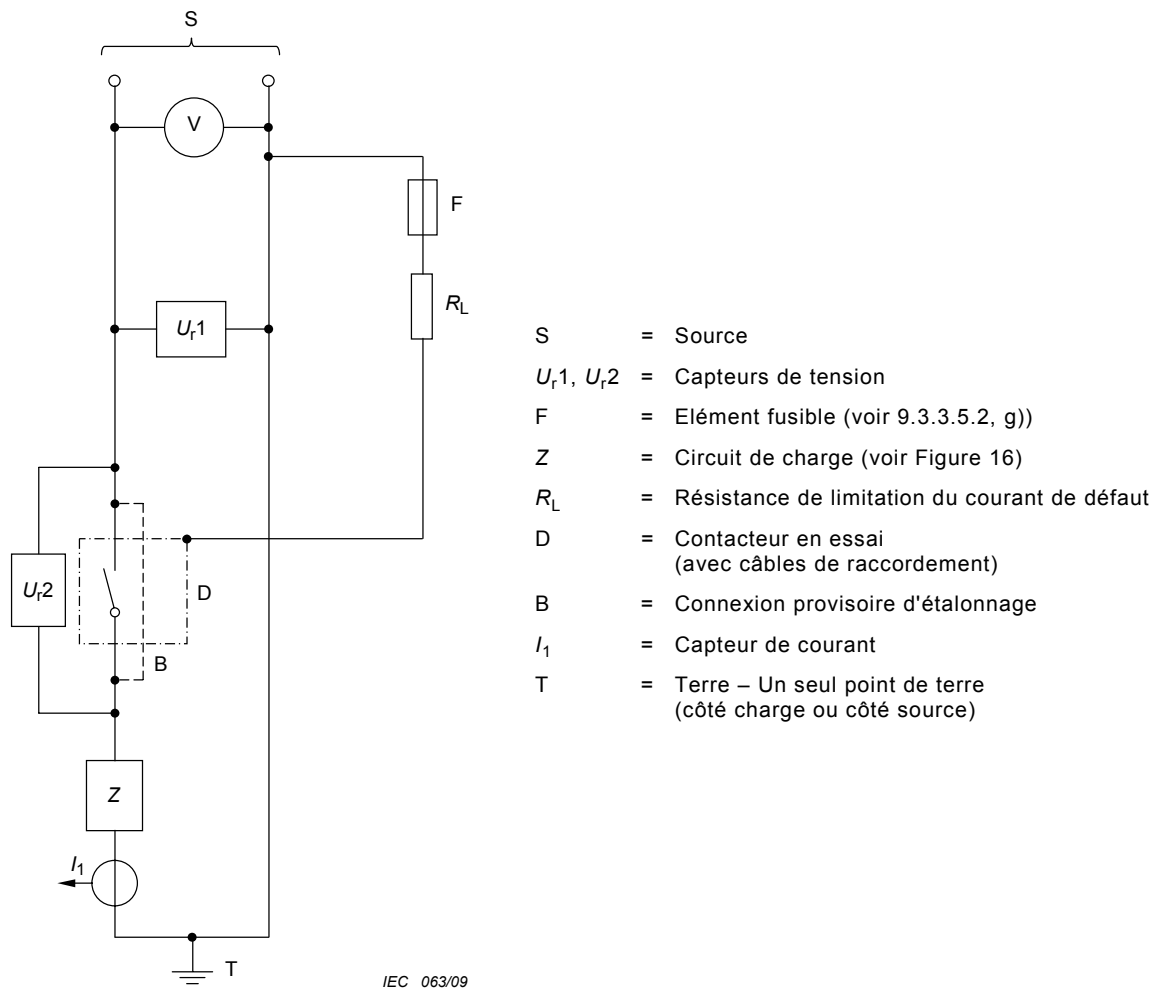
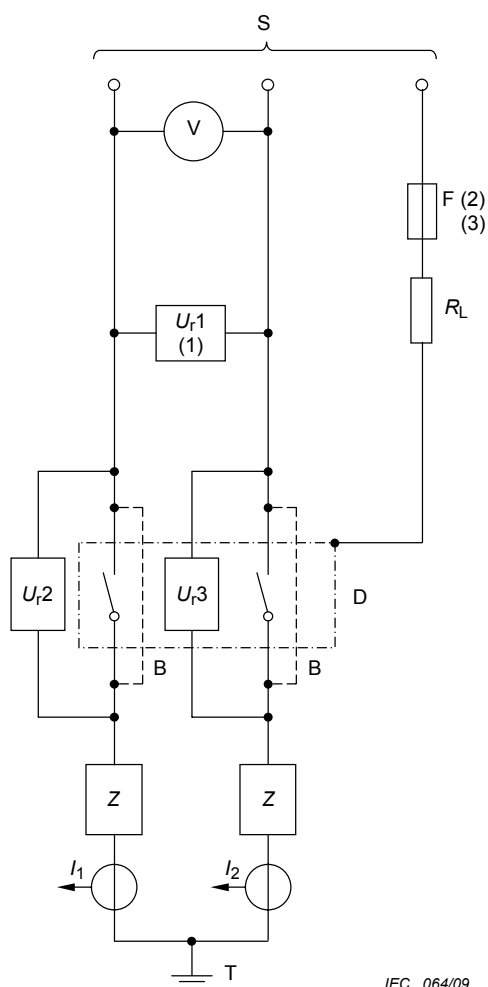


Figure 11 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé



IEC 064/09

- S = Source
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Capteurs de tension
- V = Dispositif de mesure de tension
- N = Neutre de la source (ou neutre artificiel)
- F = Élément fusible (voir 9.3.3.5.2. g))
- Z = Circuit de charge (voir Figure 16)
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
- D = Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
- I_1, I_2 = Capteurs de courant
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)

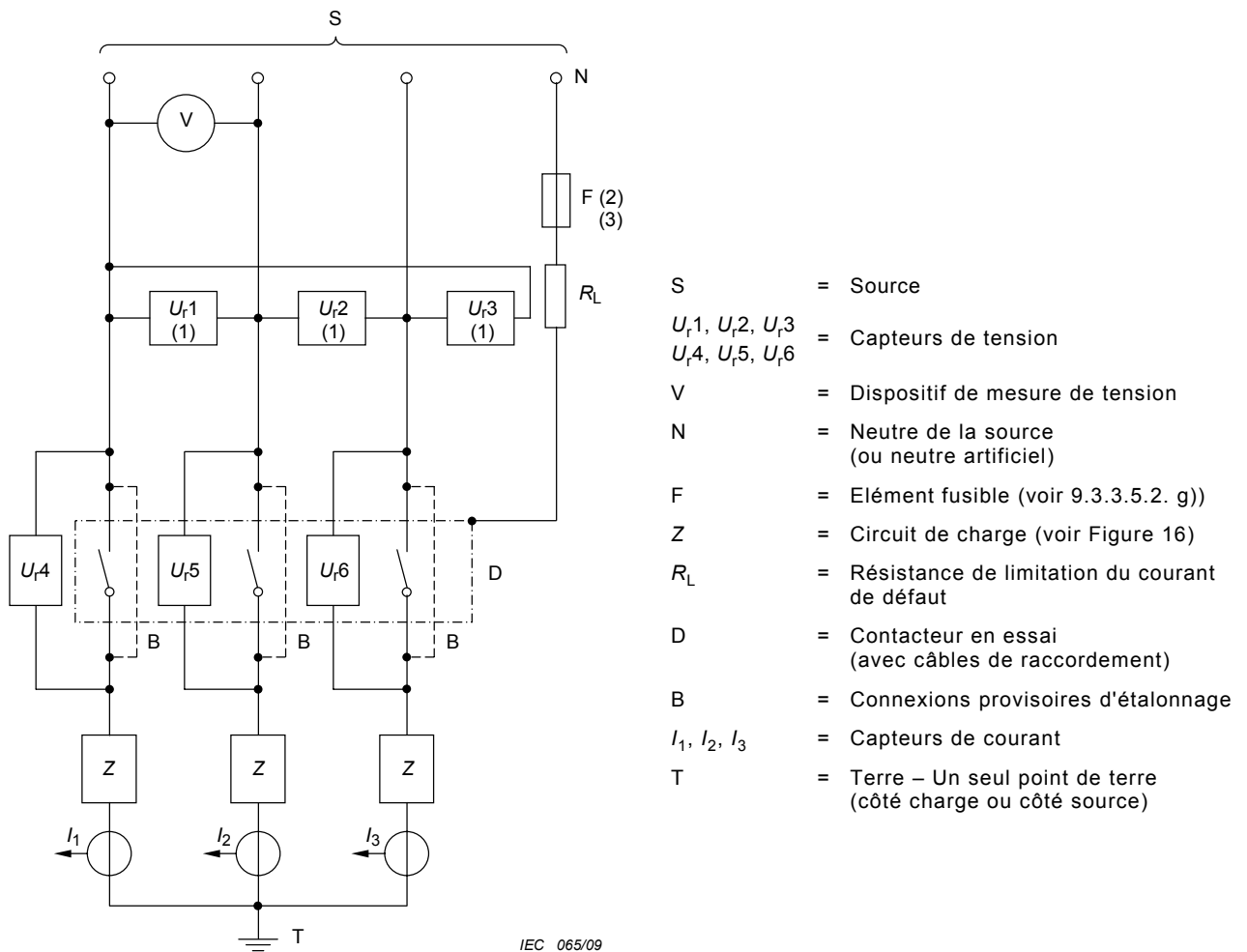
NOTE 1 U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.

NOTE 2 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.

NOTE 3 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:

- à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
- au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir Note 1 du 6.2).

Figure 12 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé



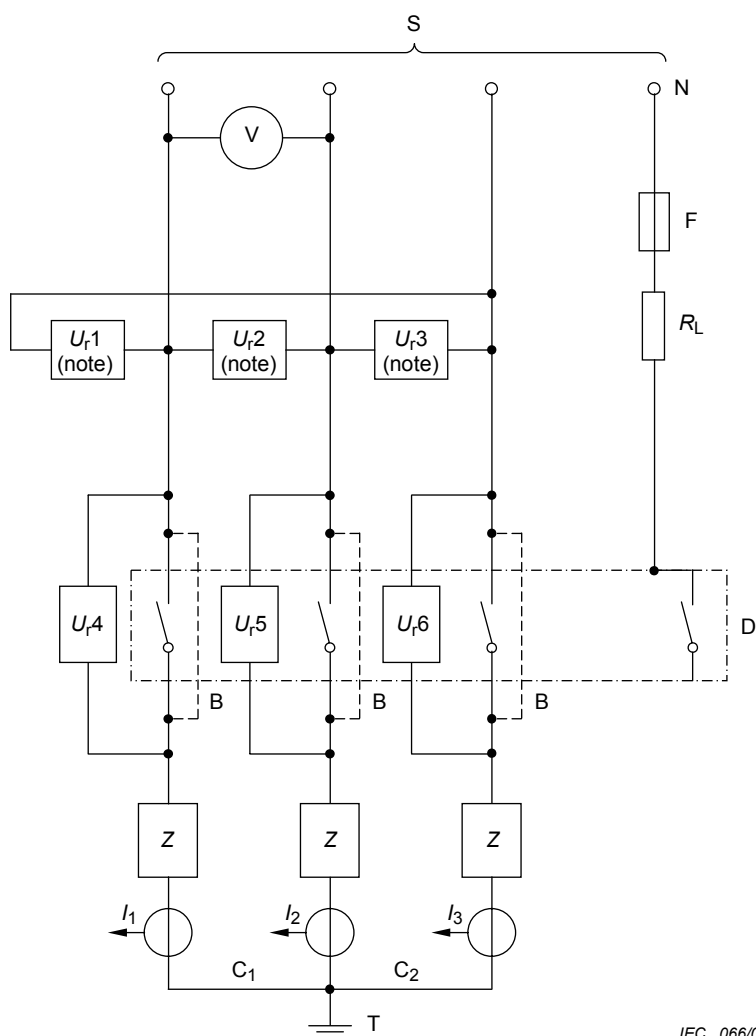
NOTE 1 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.

NOTE 2 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.

NOTE 3 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:

- à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
- au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir Note 1 du 6.2).

Figure 13 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur tripolaire



- S = Source
- U_r1, U_r2, U_r3 = Capteurs de tension
- U_r4, U_r5, U_r6 = Capteurs de tension
- V = Dispositif de mesure de tension
- N = Neutre de la source (ou neutre artificiel)
- F = Élément fusible (voir 9.3.3.5.2. g))
- Z = Circuit de charge (voir Figure 16)
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
- D = Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)

IEC 066/09

NOTE U_r1, U_r2, U_r3 peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.

Figure 14 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure d'un contacteur tétrapolaire

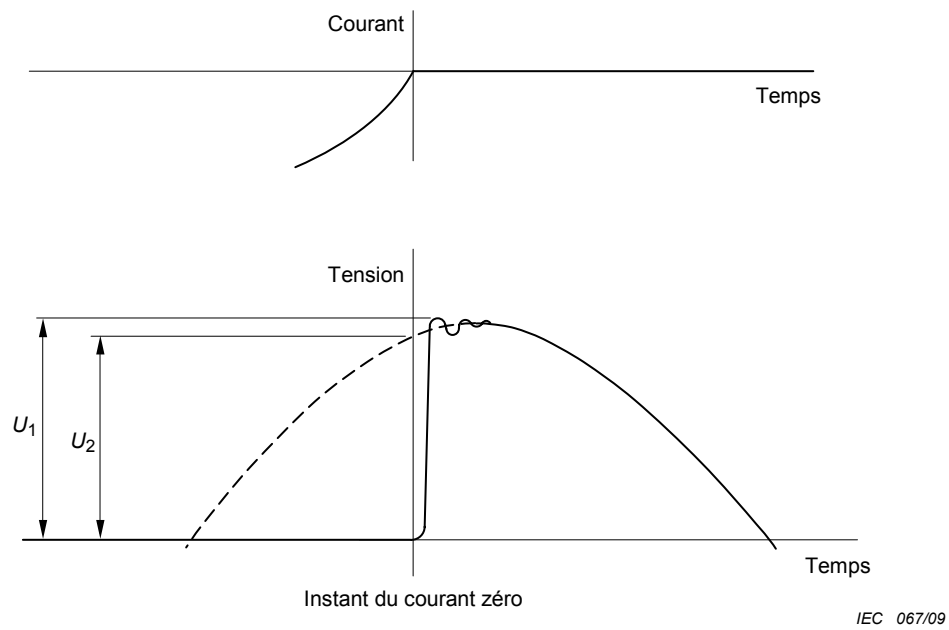
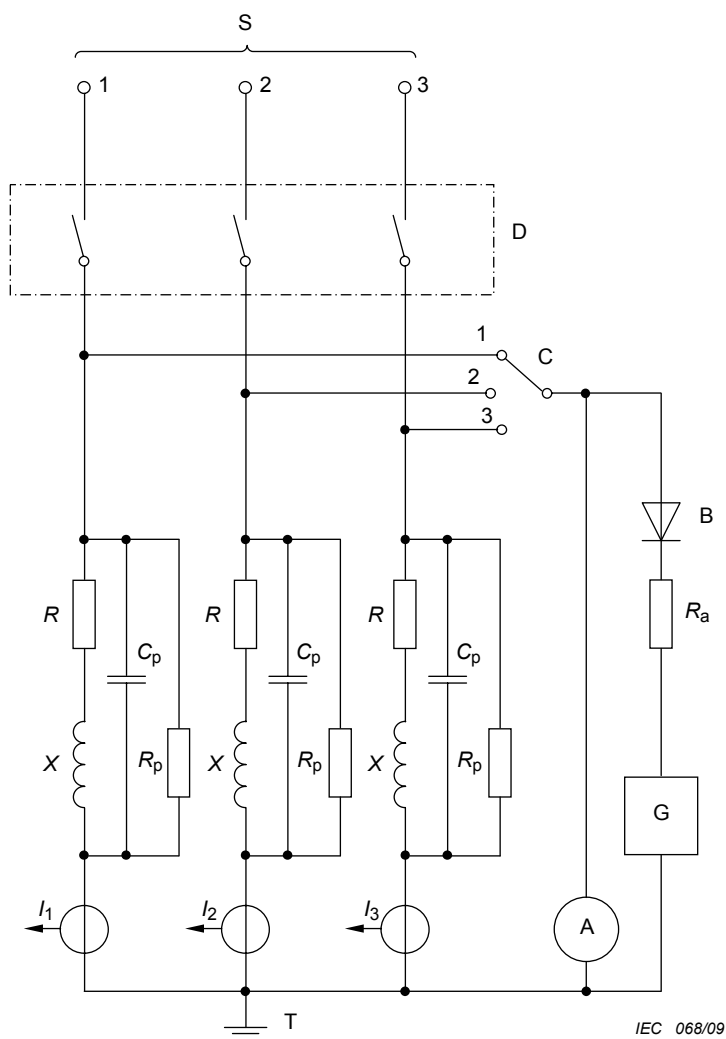


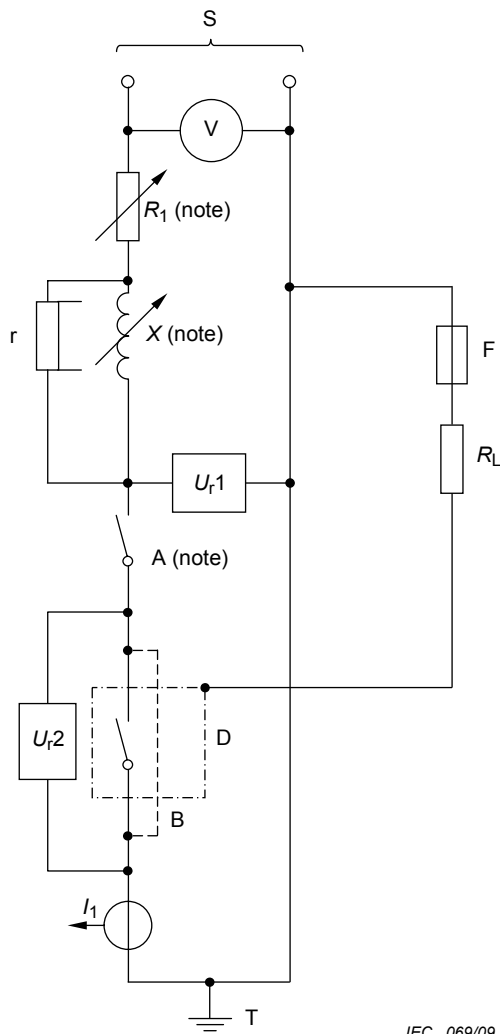
Figure 15 – Représentation schématique de la tension de rétablissement entre les contacts de la première phase qui coupe (voir 9.3.3.5.2, e)) dans des conditions idéales



- S = Source
- D = Contacteurs en essai
- C = Commutateur de réglage des phases
- B = Diode
- A = Enregistreur
- R_a = Résistance
- G = Générateur à haute fréquence
- R = Résistance du circuit de charge
- X = Réactance du circuit de charge (voir 9.3.3.5.2 d))
- R_p = Résistances en parallèle
- C_p = Condensateurs en parallèle
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant

Les positions relatives du générateur à haute fréquence (G) et de la diode (B) doivent être celles qui sont indiquées.

Figure 16 – Schéma d'une méthode de réglage du circuit de charge

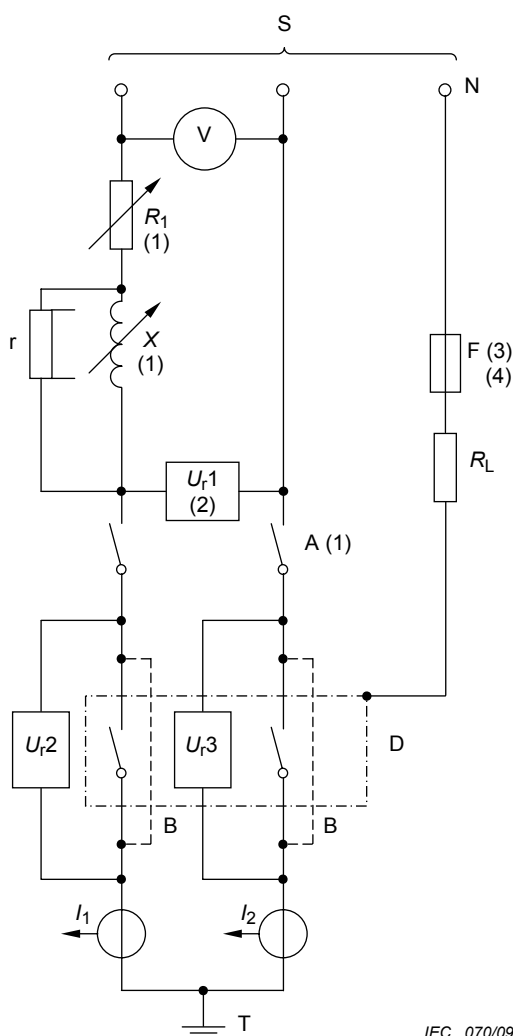


- S = Source
 U_{r1}, U_{r2} = Capteurs de tension
 V = Dispositif de mesure de tension
 A = Dispositif d'enclenchement
 R_1 = Résistance réglable
 F = Élément fusible (voir 9.3.4.2.2 d))
 X = Réactance réglable
 R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
 D = Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
 B = Connexion provisoire d'étalonnage
 I_1 = Capteur de courant
 T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
 r = Résistance shunt (voir 9.3.4.2.2 b))

IEC 069/09

NOTE Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

Figure 17 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé



- S = Source
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Capteurs de tension
- V = Dispositif de mesure de tension
- A = Dispositif d'enclenchement
- R_1 = Résistance réglable
- N = Neutre de la source (ou neutre artificiel)
- F = Élément fusible (voir 9.3.4.2.2 d))
- X = Réactance réglable
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
- D = Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
- I_1, I_2 = Capteurs de courant
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
- r = Résistance shunt (voir 9.3.4.2.2 b))

IEC 070/09

NOTE 1 Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

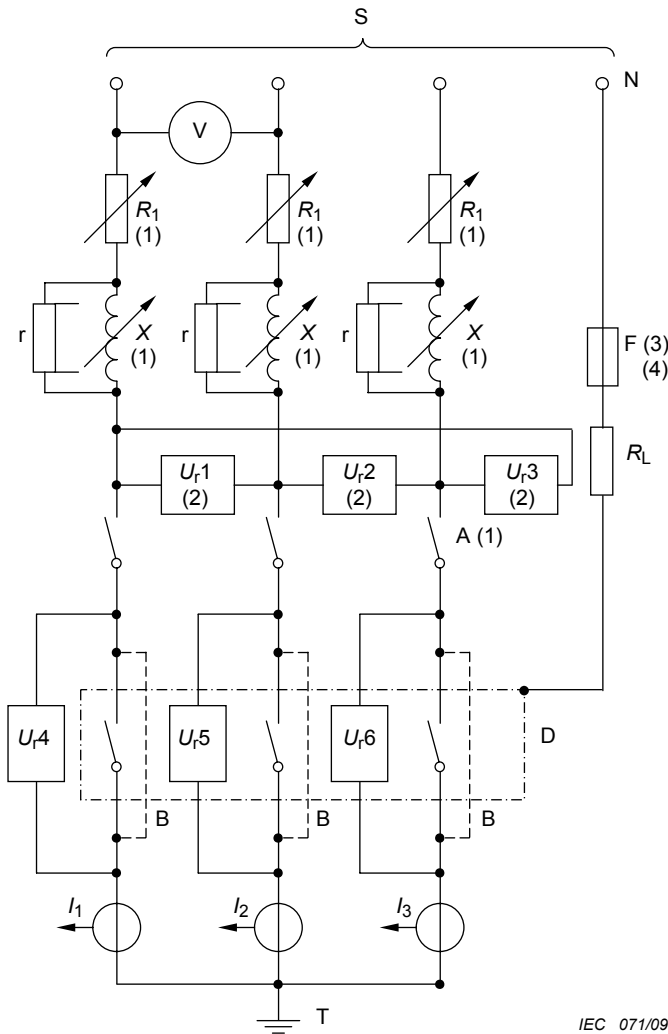
NOTE 2 U_{r1} peut, en variante, être raccordé entre phase et neutre.

NOTE 3 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.

NOTE 4 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:

- à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
- au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir Note 1 du 6.2).

Figure 18 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur bipolaire en courant alternatif monophasé



S	=	Source
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	=	Capteurs de tension
U_{r4}, U_{r5}, U_{r6}	=	Capteurs de tension
V	=	Dispositif de mesure de tension
A	=	Dispositif d'enclenchement
R_1	=	Résistance réglable
N	=	Neutre de la source (ou neutre artificiel)
F	=	Elément fusible (voir 9.3.4.2.2 d))
X	=	Réactance réglable
R_L	=	Résistance de limitation du courant de défaut
D	=	Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
B	=	Connexions provisoires d'étalonnage
I_1, I_2, I_3	=	Capteurs de courant
T	=	Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
r	=	Résistance shunt (voir 9.3.4.2.2 b))

IEC 071/09

NOTE 1 Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

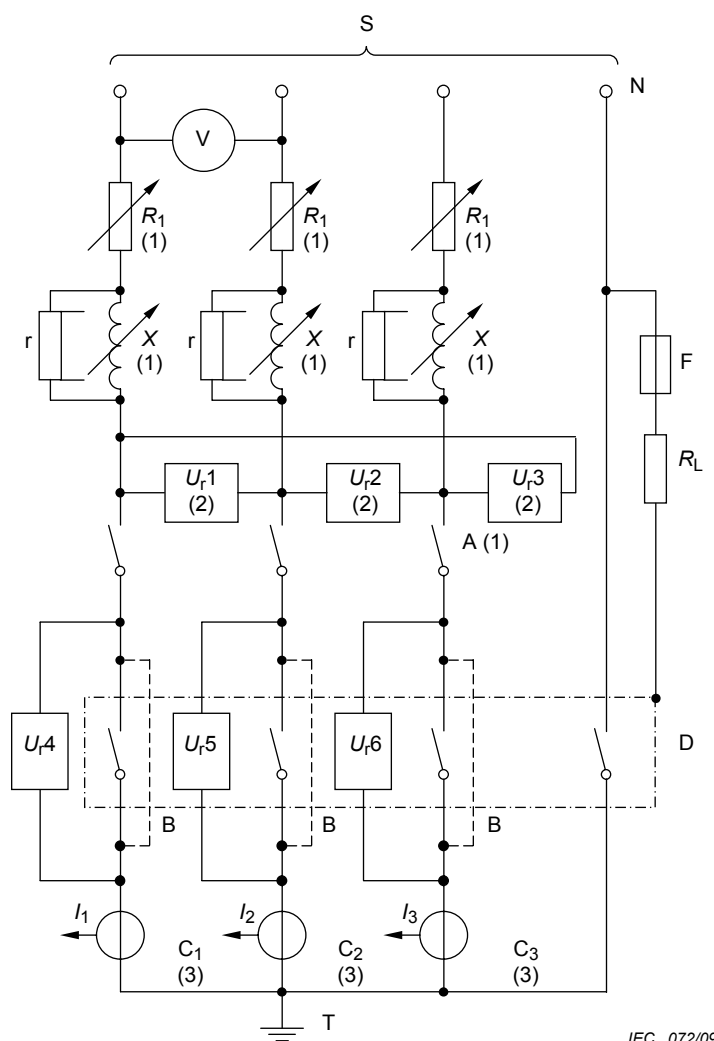
NOTE 2 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.

NOTE 3 Dans le cas de matériels destinés à être employés dans un réseau dont une phase est reliée à la terre, ou lorsque ce schéma est utilisé pour l'essai du pôle neutre et du pôle adjacent d'un matériel tétrapolaire, F doit être raccordé à une phase de l'alimentation.

NOTE 4 Aux Etats-Unis et au Canada, F doit être relié:

- à une phase de l'alimentation pour les matériels marqués d'une seule valeur de U_e
- au neutre pour les matériels marqués d'une double valeur de U_e (voir Note 1 du 6.2).

Figure 19 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur tripolaire



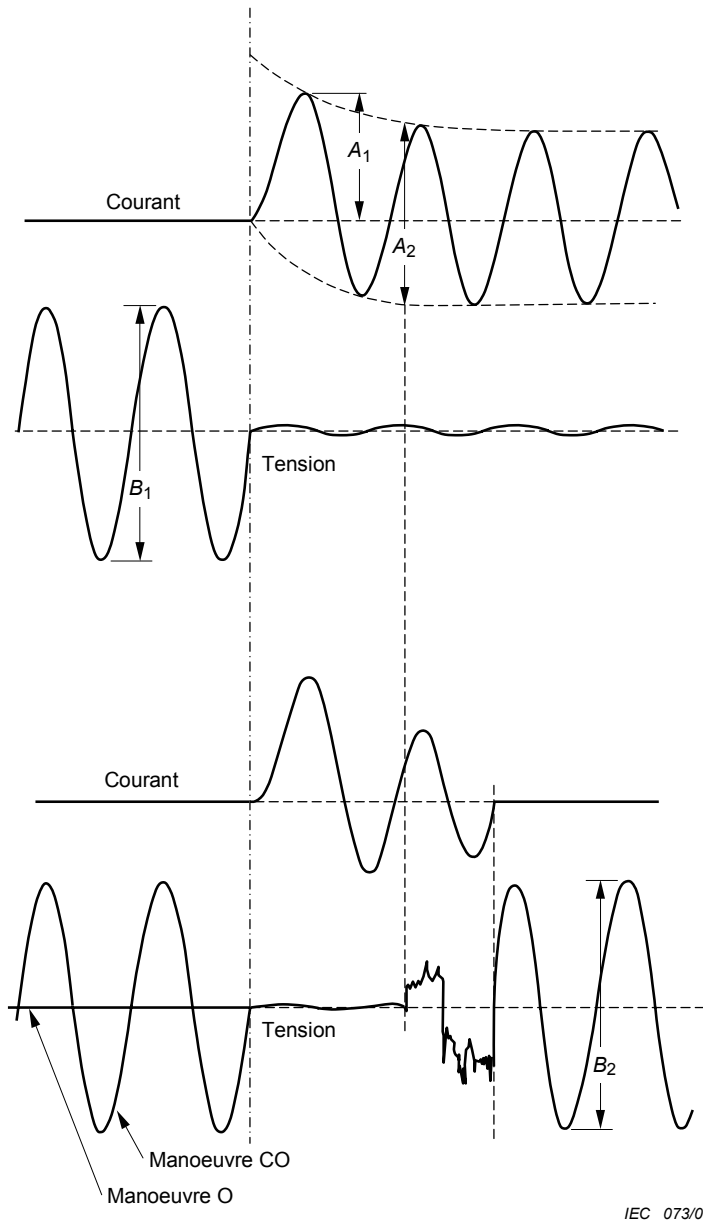
- S = Source
- U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} = Capteurs de tension
- U_{r4}, U_{r5}, U_{r6} = Dispositif de mesure de tension
- V = Dispositif de mesure de tension
- R_1 = Résistance réglable
- N = Neutre de la source
- F = Élément fusible (voir 9.3.4.2.2 d))
- X = Réactances réglables
- R_L = Résistance de limitation du courant de défaut
- A = Dispositif d'enclenchement
- D = Contacteur en essai (avec câbles de raccordement)
- B = Connexions provisoires d'étalonnage
- I_1, I_2, I_3 = Capteurs de courant
- T = Terre – Un seul point de terre (côté charge ou côté source)
- r = Résistance shunt (voir 9.3.4.2.2 b))

NOTE 1 Les charges réglables X et R_1 peuvent être disposées soit dans la partie haute tension, soit dans la partie basse tension du circuit d'alimentation, le dispositif d'enclenchement A étant disposé dans la partie basse tension.

NOTE 2 U_{r1}, U_{r2}, U_{r3} peuvent, en variante, être raccordés entre phase et neutre.

NOTE 3 Si un essai supplémentaire entre le pôle neutre et le pôle adjacent est demandé, les connexions C1 et C2 ne sont pas utilisées.

Figure 20 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure en court-circuit d'un contacteur tétrapolaire



a) = *Etalonnage du circuit*

A_1 = Courant crête établi présumé

$\frac{A_2}{2\sqrt{2}}$ = Courant coupé présumé symétrique (valeur efficace)

$\frac{B_1}{2\sqrt{2}}$ = Tension appliquée (valeur efficace)

b) = *Manoeuvre d'O ou de CO*

$\frac{B_2}{2\sqrt{2}}$ = Tension de source (valeur efficace)

IEC 073/09

Pouvoir de fermeture (valeur de crête) = A_1^*

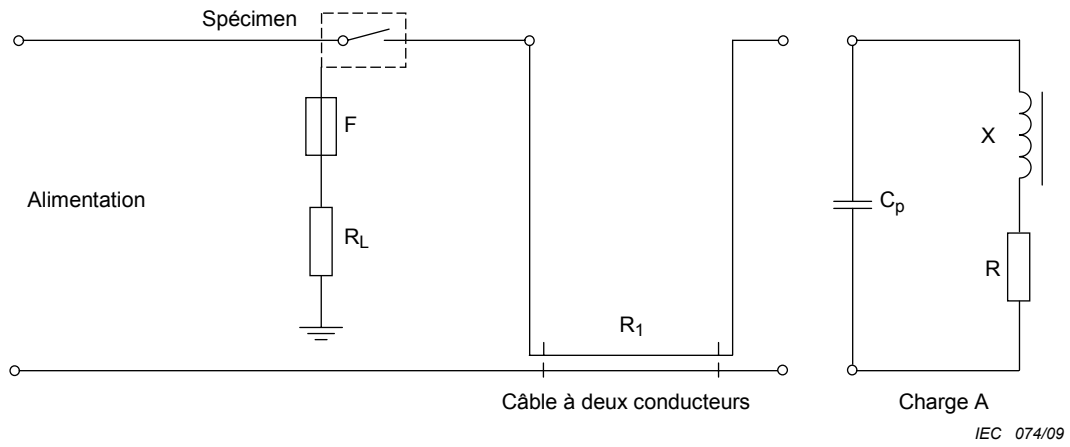
Pouvoir de coupure (valeur efficace) = $\frac{A_2^*}{2\sqrt{2}}$

NOTE 1 L'amplitude du tracé de tension, après l'initiation du courant d'essai, varie selon les positions relatives du dispositif d'enclenchement, des impédances réglables, des capteurs de tension et selon le schéma du circuit d'essai.

NOTE 2 L'instant de l'établissement est supposé être le même pour l'étalonnage et pour l'essai.

* Voir 9.3.4.2.6 b).

Figure 21 – Exemple d'enregistrement d'un essai de fermeture ou de coupure en court-circuit dans le cas d'un contacteur unipolaire en courant alternatif monophasé



Légende

- F = Fusible
- R_L, R_1, R = Résistances
- X = Inductance
- C_p = Condensateur

Figure 22 – Schéma du circuit d’essai pour la vérification des pouvoirs de fermeture et de coupure pour la catégorie d’emploi AC-7c

Annexe A (normative)

Marquage des bornes et numéro distinctif

A.1 Généralités

L'identification des bornes d'un contacteur a pour objet de fournir des informations concernant la fonction de chaque borne, ou sa localisation par rapport à d'autres bornes, ou encore de servir à d'autres usages.

A.2 Marquage des bornes des impédances (alphanumérique)

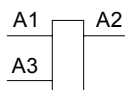
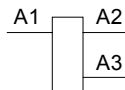
A.2.1 Bobines

A.2.1.1 Les deux bornes d'une bobine d'une commande manœuvrée électromagnétiquement doivent être marquées A1 et A2.

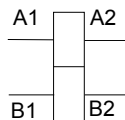


A.2.1.2 Dans le cas d'une bobine avec prises, les bornes des prises sont marquées dans l'ordre successif A3, A4, etc.

Exemples:



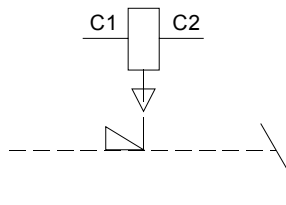
A.2.1.3 Lorsqu'une bobine comporte deux enroulements, les bornes du premier enroulement doivent être marquées A1, A2 et celles du deuxième enroulement B1, B2.



A.2.2 Déclencheurs électromagnétiques

A.2.2.1 Déclencheur shunt

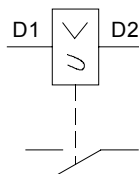
Les deux bornes d'un déclencheur shunt doivent être marquées C1 et C2.



NOTE Pour un appareil avec deux déclencheurs shunt (par exemple avec différentes caractéristiques nominales), les bornes du deuxième déclencheur sont de préférence marquées C3 et C4.

A.2.2.2 Déclencheur à minimum de tension

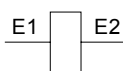
Les deux bornes d'une bobine prévue exclusivement pour être utilisée comme un déclencheur à minimum de tension doivent être marquées D1 et D2.



NOTE Pour un appareil avec deux déclencheurs shunt (par exemple avec différentes caractéristiques nominales), les bornes du deuxième déclencheur sont de préférence marquées D3 et D4.

A.2.3 Electro-aimants de verrouillage

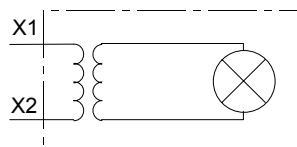
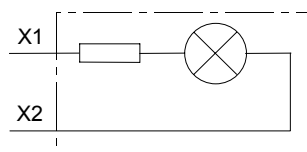
Les deux bornes d'un électro-aimant de verrouillage doivent être marquées E1 et E2.



A.2.4 Systèmes de voyant lumineux

Les deux bornes d'un système de voyant lumineux doivent être marquées X1 et X2.

Exemples:



NOTE Le terme «systèmes de voyant lumineux» comprend toute résistance ou tout transformateur intégrés.

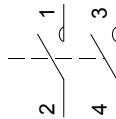
A.3 Marquage des bornes des contacts des contacteurs à deux positions de fonctionnement (numérique)

A.3.1 Contacts des circuits principaux (contacts principaux)

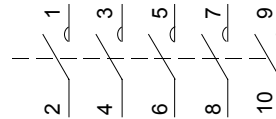
Les bornes des contacts principaux sont marquées par des nombres avec un chiffre.

A chaque borne d'entrée marquée par un chiffre impair correspond la borne de sortie marquée du chiffre pair immédiatement supérieur.

Exemples:



Deux contacts principaux



Cinq contacts principaux

Lorsqu'un contacteur possède plus de cinq contacts principaux, on doit choisir un marquage alphanumérique comme indiqué dans la CEI 60445.

A.3.2 Contacts des circuits auxiliaires (contacts auxiliaires)

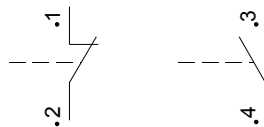
A.3.2.1 Généralités

Les bornes des contacts auxiliaires sont marquées par des nombres à deux chiffres:

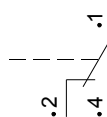
- le chiffre des unités est un chiffre de fonction;
- le chiffre des dizaines est un numéro d'ordre.

A.3.2.2 Chiffre de fonction

A.3.2.2.1 Aux contacts à ouverture sont affectés les chiffres de fonction 1 et 2, aux contacts à fermeture les chiffres 3 et 4.



Les bornes des contacts commutateurs bidirectionnels sont marquées par les chiffres de fonction 1, 2 et 4.



NOTE Les termes contact à ouverture et contact à fermeture comme sont définis dans la CEI 60050-441.

A.3.2.2.2 Aux contacts auxiliaires ayant des fonctions spéciales comme par exemple les contacts auxiliaires temporisés, sont affectés les chiffres de fonction 5 et 6, 7 et 8 attribués respectivement aux contacts à ouverture et aux contacts à fermeture.

Exemples:



Contact à ouverture retardé à sa fermeture

Contact à fermeture retardé à sa fermeture



Les bornes des contacts commutateurs bidirectionnels ayant des fonctions spéciales sont marquées par les chiffres de fonction 5, 6 et 8.

Exemple:

Contact commutateur retardé à la fermeture et à l'ouverture

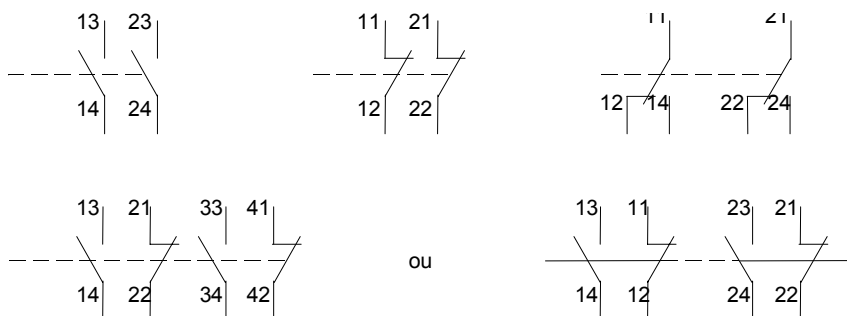


A.3.2.3 Numéro d'ordre

A.3.2.3.1 Les bornes appartenant à un même contact sont marquées par le même numéro d'ordre.

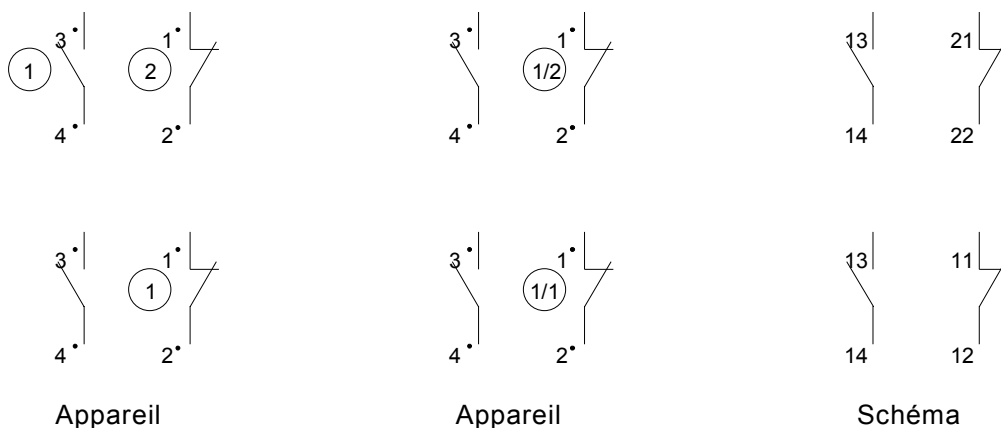
Tous les éléments de contact ayant la même fonction doivent recevoir des numéros d'ordre différents.

Exemples:



A.3.2.3.2 Le numéro d'ordre peut être omis sur les bornes seulement si une information supplémentaire, fournie par le constructeur ou l'utilisateur, permet d'indiquer clairement le numéro d'ordre.

Exemples:



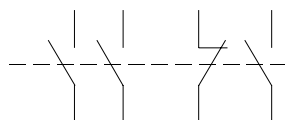
NOTE Les points représentés dans les exemples de A.3.2 sont simplement destinés à une meilleure compréhension des liaisons et n'ont pas besoin de figurer dans la pratique.

A.4 Numéro distinctif

A un appareil avec un nombre fixé d'éléments de contacts à fermeture et d'éléments de contact à ouverture peut être attribué un numéro distinctif à deux chiffres.

Le premier chiffre indique le nombre d'éléments de contact à fermeture et le deuxième chiffre le nombre d'éléments de contact à ouverture.

Numéro distinctif 31



Annexe B (normative)

Séquences d'essais et nombre d'échantillons

B.1 Séquences d'essais

Les essais sont effectués conformément au Tableau B.1, où, dans chaque séquence, les essais sont effectués dans l'ordre indiqué.

Tableau B.1 – Séquences d'essai

Séquences d'essai	Paragraphes	Essais ou inspections
A	9.3.3.3 9.3.3.2 9.3.3.5	Limites d'échauffement Manœuvre et limites de fonctionnement Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ^c
B	9.3.3.4 9.3.3.6	Propriétés diélectriques ^{a, c} Fonctionnement conventionnel en service
C	9.2.2.2 9.3.5 9.2.2.5	Résistance à l'humidité Aptitude à supporter les courants de surcharge Résistance à la rouille
D	9.2.7 9.2.6 9.3.3.4	Durabilité des marquages Résistance aux impacts Vérification des distances d'isolement, si nécessaire, et des lignes de fuite
E	9.2.5 9.2.3 9.2.2.3 9.2.2.4 9.2.2.6	Propriétés mécaniques des bornes Vis, écrous, parties transportant le courant Résistance à la chaleur Résistance à la chaleur anormale et aux risques du feu Résistance au cheminement ^b
F	9.2.2.1 9.2.4	Résistance au vieillissement Degrés de protection
G	9.3.4	Fonctionnement en condition de court-circuit
^a Essai de tenue diélectrique seulement, sans mesurage des distances d'isolement et des lignes de fuite. ^b Dans les cas où l'on ne dispose pas d'échantillons de matériau isolant. ^c L'essai 9.3.3.5 de la séquence d'essais A et l'essai 9.3.3.4 de la séquence d'essais B peuvent être inversés au choix du constructeur.		

B.2 Nombre d'échantillons

Le nombre d'échantillons à soumettre aux différentes séquences d'essais figure au Tableau B.2 ci-après.

Les échantillons demandés pour une séquence d'essais sont soumis à tous les essais de cette séquence d'essais et les exigences sont respectées si tous les essais sont satisfaits.

Si seulement l'un des échantillons n'a pas satisfait à un essai d'une séquence d'essais donnée, en raison d'un défaut d'assemblage ou de fabrication qui n'est pas représentatif de la conception, cet essai et tous les essais précédents qui ont pu influencer des résultats de cet essai doivent être répétés sur un autre jeu complet d'échantillons. Les exigences sont respectées si tous les essais répétés sont satisfaits.

Tableau B.2 – Nombre d'échantillons à soumettre aux essais

Séquences d'essai	Nombre d'échantillons
A	3
B	3
C	1
D	1
E	1
F	1
G	4 ^a

^a Un échantillon peut être utilisé pour chaque manœuvre si nécessaire (voir 9.3.4.2).

Annexe C (normative)

Description d'une méthode pour le réglage du circuit de charge

Pour régler le circuit de charge afin d'obtenir les caractéristiques prescrites en 9.3.3.5.3, plusieurs méthodes peuvent être employées dans la pratique. L'une d'elles est décrite ci-dessous.

Le schéma de principe est donné par la Figure 16.

La valeur f de la fréquence d'oscillation de la tension transitoire de rétablissement et la valeur du facteur γ sont déterminées essentiellement par la fréquence propre et l'amortissement du circuit de charge. Etant donné que ces valeurs sont indépendantes de la tension et de la fréquence appliquées au circuit, le réglage peut être effectué en alimentant le circuit de charge à l'aide d'une source de courant alternatif dont la tension et la fréquence peuvent être différentes de celles de la source d'alimentation utilisée pour l'essai du contacteur. L'ouverture du circuit lors d'un passage du courant par zéro est réalisée par une diode et les oscillations de la tension de rétablissement sont observées sur l'écran d'un oscilloscope cathodique dont le balayage est synchronisé avec la fréquence de la source d'alimentation (voir Figure C.1).

Pour obtenir des mesures exactes, le circuit de charge est alimenté au moyen d'un générateur à haute fréquence G donnant une tension convenable pour la diode. La fréquence du générateur est choisie égale à :

- a) 2 kHz pour les courants d'essai inférieurs ou égaux à 1 000 A;
- b) 4 kHz pour les courants d'essai supérieurs à 1 000 A.

En série avec le générateur, on monte :

- une résistance de chute dont la valeur de résistance R_a est grande par rapport à l'impédance du circuit de charge ($R_a \geq 10 Z$, où $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L)^2}$ et où la valeur de ω est $2\pi \times 2\,000 \text{ s}^{-1}$ ou $2\pi \times 4\,000 \text{ s}^{-1}$ pour les cas a) et b) respectivement;
- une diode de commutation à blocage instantané B; les diodes de commutation utilisées communément dans les calculateurs électroniques, telles que les diodes de commutation au silicium à jonction par diffusion, dont le courant direct assigné ne dépasse pas 1 A, conviennent à cet emploi.

En raison de la valeur de la fréquence du générateur G, le circuit de charge est pratiquement purement inductif et, à l'instant du passage du courant par zéro, la tension appliquée au circuit de charge atteindra sa valeur de crête. Pour avoir l'assurance que les éléments du circuit de charge sont convenables, on devra vérifier sur l'écran que la courbe de la tension transitoire a une tangente pratiquement horizontale à son point de départ (point A sur la Figure C.1).

La valeur réelle du facteur γ est le rapport U_{11}/U_{12} : on lit U_{11} sur l'écran, on lit U_{12} entre l'ordonnée du point A et l'ordonnée de la trace lorsque le circuit de charge n'est plus alimenté par le générateur (voir Figure C.1).

L'observation de la tension transitoire dans le circuit de charge, sans résistance en parallèle R_p ni condensateur en parallèle C_p , permet de lire sur l'écran la fréquence d'oscillation propre au circuit de charge. On devra prendre garde que la capacité de l'oscilloscope ou celle de ses connexions n'influe pas sur la fréquence de résonance du circuit de charge.

Si cette fréquence propre excède la limite supérieure de la valeur f prescrite, il est possible d'obtenir les valeurs convenables de la fréquence et du facteur γ en montant en parallèle des condensateurs C_p et des résistances R_p de valeurs appropriées. Les résistances R_p doivent être pratiquement non inductives.

Il est recommandé de régler au préalable séparément chacune des trois phases du circuit de charge. On termine alors le réglage en reliant successivement, de toutes les façons possibles, le générateur à haute fréquence à une phase en série avec les deux autres mises en parallèle, comme l'indique la Figure 16; on parfait le réglage, si besoin est, de façon à obtenir les valeurs spécifiées de f et de γ dans chaque cas.

NOTE 1 Une valeur plus élevée de la fréquence fournie par le générateur G facilite l'observation sur l'écran et augmente la finesse.

NOTE 2 D'autres méthodes de détermination de la fréquence et du facteur γ peuvent aussi être utilisées (par exemple, emploi d'un courant à onde rectangulaire dans le circuit de charge).

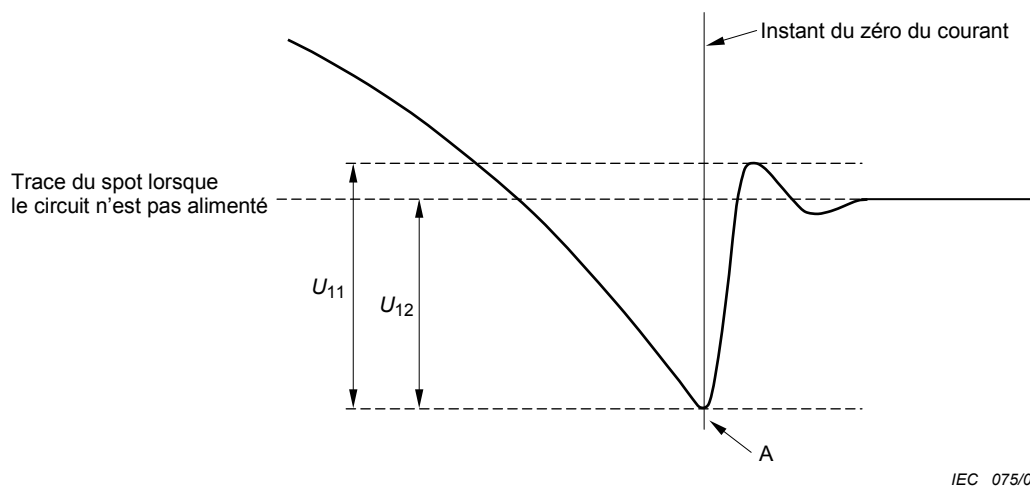


Figure C.1 – Détermination de la valeur réelle du facteur γ

Annexe D (normative)

Détermination du facteur de puissance d'un court-circuit

D.1 Généralités

Il n'existe pas de méthode permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit, mais pour l'application de la présente norme, la détermination du facteur de puissance du circuit d'essai pourra être faite par l'une des méthodes suivantes.

NOTE D'autres méthodes pour déterminer le facteur de puissance d'un court-circuit sont à l'étude.

D.2 Méthode I – Détermination d'après la composante apériodique

L'angle φ peut être déterminé d'après la courbe de la composante apériodique de l'onde du courant asymétrique entre l'instant du court-circuit et l'instant de la séparation des contacts comme suit:

1. Déterminer la constante de temps L/R à partir de la formule de la composante apériodique.

La formule de la composante apériodique est:

$$i_d = I_{d0} e^{-Rt/L}$$

où

i_d est la valeur de la composante apériodique à l'instant t ;

I_{d0} est la valeur de la composante apériodique à l'instant choisi pour origine des temps;

L/R est la constante de temps du circuit, en secondes;

t est le temps, en secondes, compté à partir de l'instant initial;

e est la base des logarithmes népériens.

La constante de temps L/R peut être déterminée par:

- a) la mesure de la valeur de I_{d0} à l'instant du court-circuit et la valeur de i_d à un autre instant t , avant la séparation des contacts,
- b) le calcul de la valeur de $e^{-Rt/L}$ en divisant i_d par I_{d0} ,
- c) le calcul de la valeur de $-\chi$ correspondant au rapport i_d/I_{d0} , d'après une table des valeurs e^{-x} .

La valeur χ représente alors Rt/L , d'où on obtient R/L .

2. Déterminer l'angle φ à partir de: $\varphi = \text{arc tg} (\omega L/R)$

où ω est 2π fois la fréquence réelle.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque les courants sont mesurés à l'aide de transformateurs de courant, sauf si des précautions convenables sont prises pour éliminer les erreurs dues:

- à la constante de temps du transformateur et à sa charge en fonction de celle du circuit primaire;
- à la saturation magnétique qui peut résulter des conditions d'un flux transitoire ainsi que d'une rémanence éventuelle.

D.3 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée du point de vue de l'angle de phase d'abord à celle du générateur d'essai et ensuite au courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, et entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur principal d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel le facteur de puissance peut être déterminé.

Annexe E (normative)

Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement

E.1 Principes essentiels

Les largeurs X des rainures indiquées dans les Figures E.2 à E.12 sont essentiellement applicables à tous les exemples en fonction du degré de pollution, comme suit:

Degrés de pollution	Valeurs minimales de la largeur X des rainures mm
1	0,25
2	1,0
3	1,5
4	2,5

Si la distance d'isolement associée est inférieure à 3 mm, la largeur minimale de la rainure peut être réduite au tiers de la valeur de cette distance d'isolement.

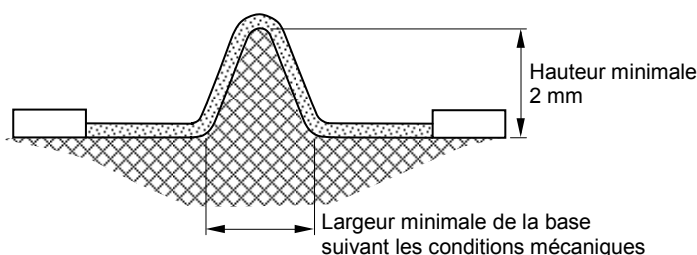
Les méthodes de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement sont indiquées dans les Figures E.2 à E.12 suivants. Ces exemples ne font pas de différence entre les intervalles et les rainures ou entre les types d'isolation.

En outre:

- tout angle est supposé être ponté par une liaison isolante de largeur X mm, placée dans la position la plus défavorable (voir Figure E.4);
- lorsque la distance entre les arêtes supérieures d'une rainure est supérieure ou égale à X mm, une ligne de fuite est mesurée le long des contours de la rainure (voir Figure E.3);
- les lignes de fuite et les distances d'isolement mesurées entre les parties mobiles l'une par rapport à l'autre sont mesurées lorsque ces parties se trouvent dans leurs positions les plus défavorables.

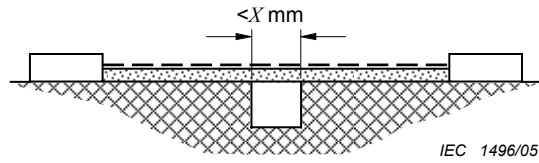
E.2 Emploi de nervures

En raison de leur influence sur la contamination et de leur meilleure capacité de séchage, les nervures diminuent considérablement la formation de courant de fuite. Les lignes de fuite peuvent donc être réduites à 0,8 fois la valeur requise, pourvu que la hauteur de la nervure soit au moins de 2 mm.



IEC 076/09

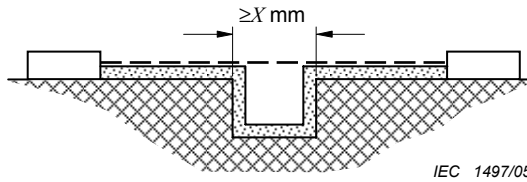
Figure E.1 – Mesurage des nervures



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

Règle: La ligne de fuite et la distance d'isolement sont mesurées en ligne droite au-dessus de la rainure, comme indiqué ci-dessus.

Figure E.2 – Ligne de fuite exemple 1

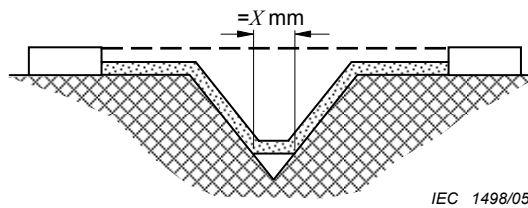


Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure à flancs parallèles, de profondeur quelconque et de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la rainure.

Figure E.3 – Ligne de fuite exemple 2

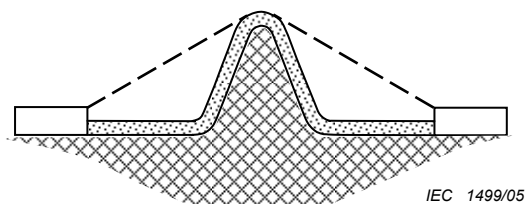
----- distance d'isolement  ligne de fuite



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une rainure en V dont la largeur est supérieure à X mm.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la rainure, mais «court-circuite» le bas de la rainure par un tronçon de X mm.

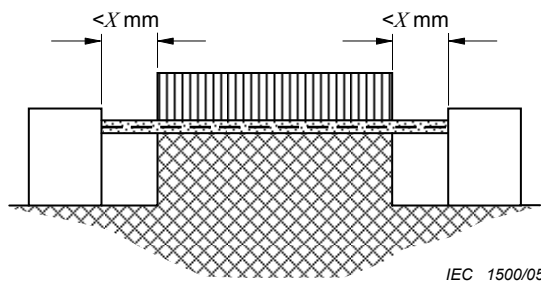
Figure E.4 – Ligne de fuite exemple 3



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend une nervure.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil de la nervure.

Figure E.5 – Ligne de fuite exemple 4

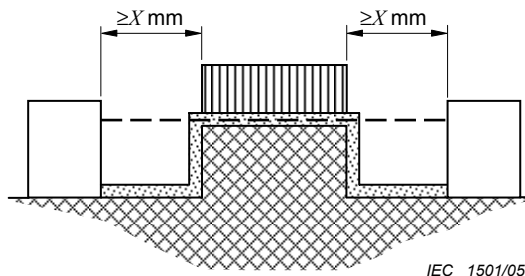


Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

Règle: Le chemin de la ligne de fuite et de la distance d'isolement est la distance en ligne droite indiquée ci-dessus.

Figure E.6 – Ligne de fuite exemple 5

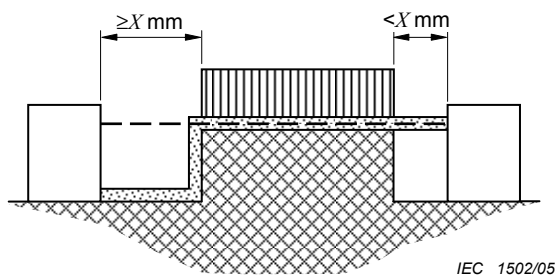
----- distance d'isolement  ligne de fuite



Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur égale ou supérieure à X mm de chaque côté.

Règle: La distance d'isolement est la distance en ligne droite. Le chemin de la ligne de fuite longe le profil des rainures.

Figure E.7 – Ligne de fuite exemple 6

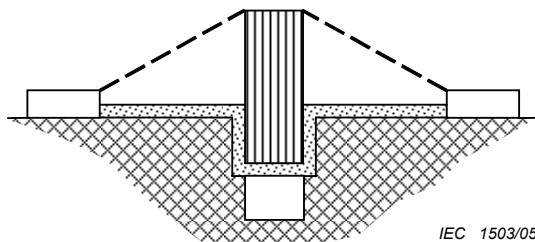


Condition: Ce chemin de ligne de fuite comprend deux parties non collées avec, d'un côté, une rainure de largeur inférieure à X mm et, de l'autre côté, une rainure de largeur égale ou supérieure à X mm.

Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont indiqués ci-dessus.

Figure E.8 – Ligne de fuite exemple 7

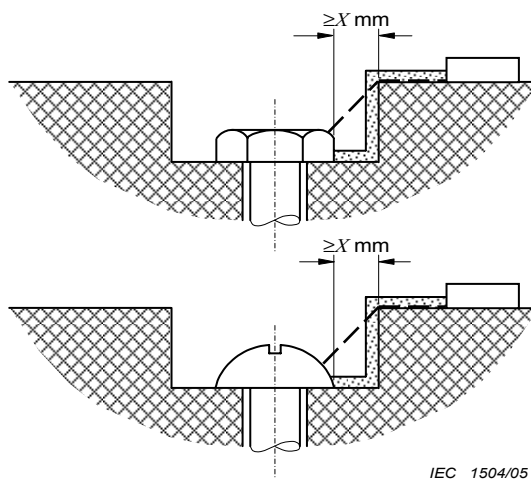
----- distance d'isolement  ligne de fuite



Condition: La ligne de fuite à travers le joint non collé est inférieure à la ligne de fuite par-dessus la barrière.

Règle: La distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la barrière.

Figure E.9 – Ligne de fuite exemple 8



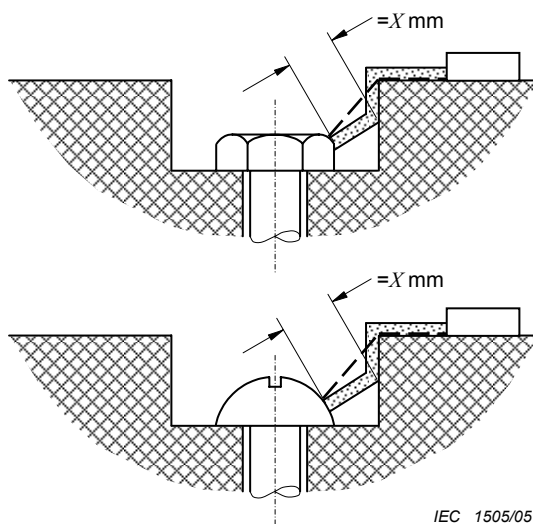
IEC 1504/05

Condition: Distance suffisante entre tête de vis et paroi du logement pour être prise en compte.

Règle: Les chemins de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont indiqués ci-dessus.

Figure E.10 – Ligne de fuite exemple 9

----- distance d'isolement  ligne de fuite

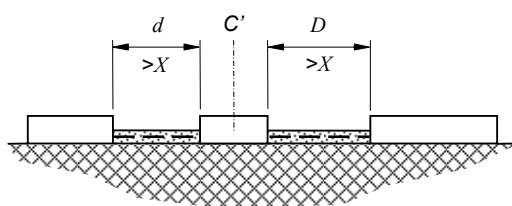


IEC 1505/05

Condition: Distance trop faible entre tête de vis et paroi du logement pour être prise en compte.

Règle: La mesure de la ligne de fuite s'effectue de la vis à la paroi quand la distance est égale à X mm.

Figure E.11 – Ligne de fuite exemple 10



C' partie flottante

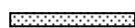
IEC 077/09

Distance d'isolement = $d + D$

Ligne de fuite = $d + D$

Figure E.12 – Ligne de fuite exemple 11

----- distance d'isolement



ligne de fuite

Annexe F (normative)

Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs d'un contacteur

La présente annexe a pour objet de donner les informations nécessaires au choix d'un contacteur pour emploi dans un circuit, un réseau ou une partie de ce dernier.

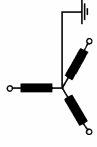
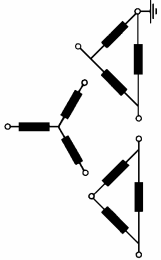
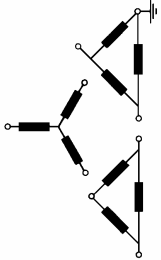
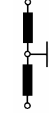
Le Tableau F.1 donne des exemples de correspondance entre les tensions du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur.

Les valeurs de tension assignée de tenue aux chocs figurant au Tableau F.1 sont fondées sur les caractéristiques de fonctionnement des parafoudres.

Il convient également de reconnaître que le contrôle des valeurs des surtensions par rapport à celles des du Tableau F.1 peut aussi être réalisé par les conditions du réseau d'alimentation telles que la présence d'impédances ou de câbles d'alimentation appropriés.

Dans les cas où le contrôle des surtensions est réalisé par des dispositifs autres que des parafoudres, la CEI 60364-4-44 donne des informations sur la corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel.

Tableau F.1 – Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du contacteur en cas de protection par parafoudres conformes à la CEI 60099-1

Valeur maximale de la tension assignée d'emploi par rapport à la terre Valeur efficace ou courant continu V	Tension nominale du réseau d'alimentation (≤ tension assignée d'isolement du matériel)				Valeurs préférentielles de tension assignée de tenue aux chocs (1,2/50 μs) à 2 000 m kV			
	 Valeur efficace V	 Valeur efficace V	 Valeur efficace V	 Valeur efficace ou courant continu V	IV Niveau origine de l'installation (entrée du service)	III Niveau distribution du circuit	II Niveau charge (appareils, matériels)	I Niveau spécialement protégé
50	–	–	–	60-30	1,5	0,8	0,5	0,33
100	66/115	66	66	–	2,5	1,5	0,8	0,5
150	120/208 127/220	115, 120 127	115, 120 127	220-110, 240-120	4	2,5	1,5	0,8
300	220/380, 230/400 240/415, 260/440 277/480	220, 230 240, 260 277	220, 230 240, 260 277	440-220	6	4	2,5	1,5

Annexe G (normative)

Essai d'inflammation au fil chauffant

G.1 Cinq échantillons de chaque matériau doivent être testés. Les échantillons doivent être de 150 mm de long sur 13 mm de large et avoir une épaisseur uniforme représentant l'épaisseur la plus faible.

Les extrémités ne doivent présenter ni bavure ni arrête vive, etc.

G.2 Une longueur de $250 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ de fil nickel-chrome (80 % nickel, 20 % chrome, sans fer) de 0,5 mm de diamètre environ et ayant une résistance à froid d'environ $5,28 \Omega/\text{m}$ doit être utilisé. Le fil doit être connecté par une longueur droite à une source variable de puissance qui est réglée pour donner une dissipation de $0,26 \text{ W}/\text{mm}$ dans le fil pendant une durée de 8 s à 12 s. Après refroidissement, le fil doit être enroulé autour d'un échantillon pour donner cinq tours complets espacés de 6 mm.

G.3 L'échantillon préparé doit être soutenu en position horizontale et les extrémités du fil connectées à la source variable de puissance qui est encore réglée pour produire $0,26 \text{ W}/\text{mm}$ dans le fil (voir Figure G.1).

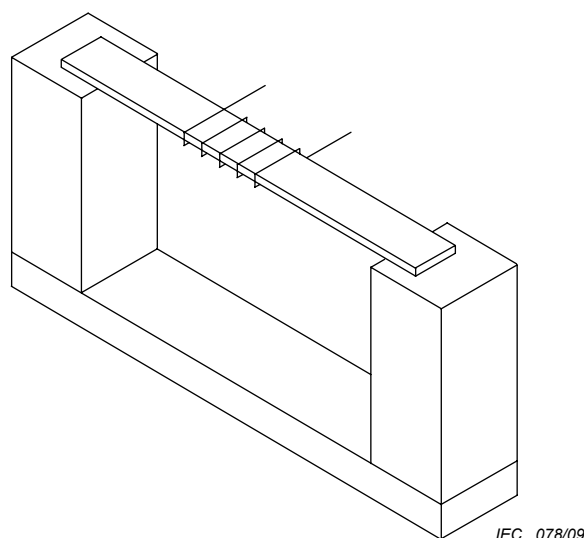


Figure G.1 – Montage pour l'essai d'inflammation au fil chauffant

G.4 Commencer l'essai en alimentant le circuit de façon qu'un courant traverse le fil chauffant avec une densité de puissance linéaire de $0,26 \text{ W}/\text{mm}$.

G.5 Continuer le chauffage jusqu'à ce que l'échantillon s'enflamme. Lorsque l'inflammation se produit, couper l'alimentation et noter le temps pour obtenir l'inflammation. Arrêter l'essai si l'inflammation ne se produit pas en 120 s.

Pour les échantillons qui fondent à travers le fil sans s'enflammer, arrêter l'essai lorsque l'échantillon n'est plus en contact avec tous les cinq tours du fil chauffant.

G.6 L'essai doit être répété sur les échantillons restants.

G.7 Le temps d'inflammation au fil chauffant sur le matériel qui est enregistré doit être la moyenne des temps d'inflammation des spécimens testés.

Annexe H (normative)

Degrés de protection d'un contacteur sous enveloppe

H.0 Guide pour l'emploi de l'Annexe H

Lorsqu'un code IP est déclaré par le constructeur pour un contacteur avec enveloppe intégrée ou pour un contacteur sous enveloppe, les exigences de la CEI 60529 :1989 s'appliquent avec ce qui suit.

NOTE La Figure H.1 fournit des informations afin de faciliter la compréhension du code IP couvert par la CEI 60529.

Les articles et paragraphes de la CEI 60529 applicables à un contacteur avec enveloppe intégrée et à un contacteur sous enveloppe sont explicitement détaillés dans la présente annexe.

La numérotation des articles et paragraphes de la présente annexe est parfois discontinuée car elle correspond à celle de la CEI 60529.

H.1 Domaine d'application et objet

La présente annexe s'applique aux degrés de protection d'un contacteur avec enveloppe intégrée et d'un contacteur sous enveloppe dont la tension assignée ne dépasse pas 440 V en courant alternatif, désigné ci-après par le terme «appareil».

L'Article 1 de la CEI 60529 s'applique avec les exigences supplémentaires de la présente annexe.

H.3 Termes et définitions

L'Article 3 de la CEI 60529 s'applique, excepté que la définition «enveloppe» (3.1) est remplacée par le texte suivant, les Notes 1 et 2 étant conservées.

«Partie procurant un degré de protection spécifié de l'appareil contre certaines influences externes et un degré de protection spécifié contre l'approche ou le contact des parties actives et des pièces en mouvement.»

[VEI 441-13-01, modifié]

NOTE Cette définition donnée en 3.1.16 de la présente norme est analogue à celle du VEI 441-13-01 qui s'applique aux ensembles.

H.4 Désignation

L'Article 4 de la CEI 60529 s'applique, à l'exception des lettres H, M et S.

H.5 Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses et contre la pénétration de corps solides étrangers, indiqués par le premier chiffre caractéristique

L'Article 5 de la CEI 60529 s'applique.

H.6 Degrés de protection contre la pénétration de l'eau indiqués par le deuxième chiffre caractéristique

L'Article 6 de la CEI 60529 s'applique.

H.7 Degrés de protection contre l'accès aux parties dangereuses indiqués par la lettre additionnelle

L'Article 7 de la CEI 60529 s'applique.

H.8 Lettres supplémentaires

L'Article 8 de la CEI 60529 s'applique, à l'exception des lettres H, M et S.

H.9 Exemples de désignations avec le code IP

L'Article 9 de la CEI 60529 s'applique.

H.10 Marquage

L'Article 10 de la CEI 60529 s'applique avec le supplément suivant.

Lorsque le code IP est attribué pour une seule position de montage, il doit être indiqué par le symbole de l'ISO 7000-0623 placé près du code IP spécifiant ladite position de l'appareil, par exemple verticale:



H.11 Exigences générales d'essai

H.11.1 Le Paragraphe 11.1 de la CEI 60529 s'applique.

H.11.2 Le Paragraphe 11.2 de la CEI 60529 s'applique avec les suppléments suivants.

Tous les essais sont effectués à l'état non alimenté.

Certains appareils (par exemple les faces exposées des boutons poussoirs) peuvent être vérifiés par examen.

La température de l'échantillon en essai ne doit pas s'écarter de plus de 5 K de la température réelle ambiante.

Lorsque le matériel est monté dans une enveloppe vide qui a déjà un code IP (voir 11.5 de la CEI 60529) les exigences suivantes s'appliquent:

- a) Pour IP1X à IP4X et les lettres supplémentaires A à D.

Cette exigence est vérifiée par examen et conformité aux instructions du constructeur de l'enveloppe.

- b) Pour l'essai à la poussière IP6X.

Cette exigence est vérifiée par examen et conformité aux instructions du constructeur.

- c) Pour l'essai à la poussière IP5X et les essais à l'eau IPX1 à IPX8.

L'essai de l'appareil sous enveloppe est seulement requis lorsque la pénétration de l'eau ou de la poussière peut affecter le fonctionnement de l'appareil.

NOTE Il est admis pour les essais à la poussière IPX5 et à l'eau IPX1 à IPX8 la pénétration d'une certaine quantité de poussière et d'eau pourvu qu'il n'y ait pas d'effet dommageable. Il convient, en conséquence, de considérer séparément chaque configuration interne de l'appareil.

H.11.3 Le Paragraphe 11.3 de la CEI 60529 s'applique avec le supplément suivant:

Les trous de vidange et les trous de ventilation sont traités comme des ouvertures normales.

H.11.4 Le Paragraphe 11.4 de la CEI 60529 s'applique.

H.11.5 Lorsqu'une enveloppe vide est utilisée comme un composant d'un appareil sous enveloppe, le Paragraphe 11.5 de la CEI 60529 s'applique.

H.12 Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par le premier chiffre caractéristique

L'Article 12 de la CEI 60529 s'applique sauf 12.3.2.

H.13 Essais pour la protection contre la pénétration de corps solides étrangers indiquée par le premier chiffre caractéristique

L'Article 13 de la CEI 60529 s'applique à l'exception de:

13.4 Essai à la poussière pour les premiers chiffres caractéristiques 5 et 6

Le texte suivant doit être ajouté:

Les appareils sous enveloppe de degré de protection IP5X doivent être soumis aux essais selon la catégorie 2 de 13.4 de la CEI 60529.

Les appareils sous enveloppe de degré de protection IP6X doivent être soumis aux essais selon la catégorie 1 de 13.4 de la CEI 60529.

NOTE Pour les appareils sous enveloppe selon la présente norme, un degré de protection IP5X est généralement considéré comme satisfaisant.

13.5.2 Conditions d'acceptation pour le premier chiffre caractéristique 5

Le texte suivant doit être ajouté:

Lorsque des dépôts de poussière peuvent faire douter du fonctionnement et de la sécurité de l'appareil, un essai de pré-conditionnement et un essai diélectrique doivent être effectués comme suit:

Le pré-conditionnement, après l'essai à la poussière, doit être vérifié par l'essai Cab: essai continu de chaleur humide, conformément à la CEI 60068-2-78, dans les conditions d'essai suivantes.

L'appareil doit être préparé de telle façon que les dépôts de poussière soient soumis à l'essai en laissant le couvercle ouvert ou en retirant les parties qui peuvent être enlevées sans l'aide d'un outil.

Avant d'être placé dans la chambre d'essai, l'appareil doit être stocké à la température de la pièce pendant au moins 4 h avant l'essai.

La durée de l'essai doit être de 24 h consécutives.

Après cette période, l'appareil est retiré de la chambre d'essai dans les 15 min qui suivent et soumis à un essai diélectrique à fréquence industrielle pendant 1 min, la tension d'essai étant égale à $2 U_e$ max. avec un minimum de 1 000 V. L'application de la tension d'essai et les critères d'acceptation doivent être comme spécifiés en 9.3.3.4.1, point b) 3) et point b) 4).

H.14 Essais pour la protection contre la pénétration de l'eau indiquée par le deuxième chiffre caractéristique

H.14.1 Le Paragraphe 14.1 de la CEI 60529 s'applique.


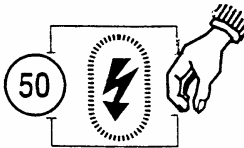
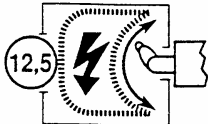
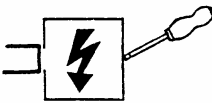
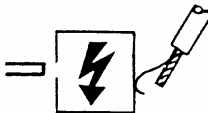
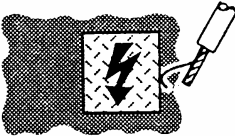
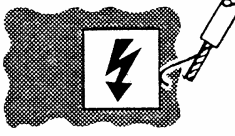
H.14.2 Le Paragraphe 14.2 de la CEI 60529 s'applique.

H.14.3 Le Paragraphe 14.3 de la CEI 60529 s'applique avec les suppléments suivants:

L'appareil est ensuite soumis à un essai diélectrique à fréquence industrielle pendant 1 min, la tension d'essai étant égale à $2 U_e$ avec un minimum de 1 000 V. L'application de la tension d'essai et les critères d'acceptation doivent être comme spécifiés en 9.3.3.4.1, point b) 3) et point b) 4).






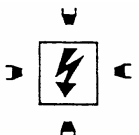
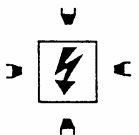
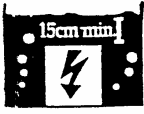

H.15 Essais pour la protection contre l'accès aux parties dangereuses indiquée par la lettre additionnelle

L'Article 15 de la CEI 60529 s'applique.

H.1a – PREMIER CHIFFRE			
Protection contre la pénétration de corps solides			Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses avec:
IP	Exigences	Exemples	
0	Aucune protection		Aucune protection
1	Pénétration totale de la sphère de 50 mm de diamètre non admise. Contact avec les parties dangereuses non autorisé		Dos de la main
2	Pénétration totale de la sphère de 12,5 mm de diamètre non admise. Le doigt d'essai articulé doit rester à une distance suffisante des parties dangereuses		Doigt
3	Le calibre d'accessibilité de 2,5 mm de diamètre ne doit pas pénétrer		Outil
4	Le calibre d'accessibilité de 1,0 mm de diamètre ne doit pas pénétrer		Fil
5	Pénétration limitée de poussière permise (pas de dépôt ayant un effet nuisible)		Fil
6	Totalement protégé contre la pénétration de poussière		Fil

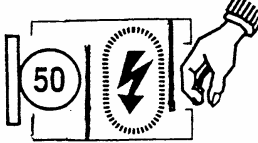
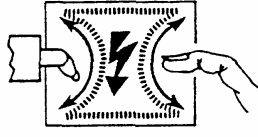
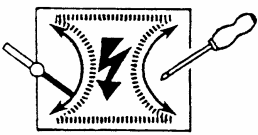
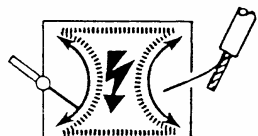
IEC 079/09

Figure H.1 – Codes IP

H.1b – DEUXIÈME CHIFFRE			
Protection contre la pénétration d'eau ayant un effet nuisible			Protection contre l'eau
IP	Exigences	Exemples	
0	Aucune protection		Aucune protection
1	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau. Pénétration limitée admise		Tombant verticalement
2	Protégé contre les chutes verticales de gouttes d'eau avec une enveloppe inclinée au maximum de 15°. Pénétration limitée admise		Tombant dans une direction faisant un angle jusqu'à 15° de part et d'autre de la verticale
3	Protégé contre la pluie jusqu'à un angle de 60° par rapport à la verticale. Pénétration limitée admise		Pluie limitée
4	Protégé contre les projections d'eau dans toutes les directions. Pénétration limitée admise		Projection dans toutes les directions
5	Protégé contre les jets d'eau. Pénétration limitée admise		Jets d'arrosage dans toutes les directions
6	Protégé contre les jets d'eau puissants. Pénétration limitée admise		Jets d'arrosage puissants dans toutes les directions
7	Protégé contre les effets de l'immersion entre 15 cm et 1 m		Immersion temporaire
8	Protégé contre les longues périodes d'immersion sous pression		Immersion permanente

IEC 080/09

Figure H.1 (suite)

H.1c – LETTRE SUPPLÉMENTAIRE (facultative)			
IP	Exigences	Exemples	Protection des personnes contre l'accès aux parties dangereuses
A Pour emploi avec le premier chiffre 0	Pénétration de la sphère de 50 mm de diamètre jusqu'à la barrière, ne doit pas toucher les parties dangereuses		Dos de la main
B Pour emploi avec les premiers chiffres 0 et 1	Pénétration du doigt d'essai jusqu'à 80 mm au maximum, ne doit pas toucher les parties dangereuses		Doigt
C Pour emploi avec les premiers chiffres 1 et 2	Le fil de 2,5 mm de diamètre et de 100 mm de long ne doit pas toucher les parties dangereuses lorsque la face sphérique d'arrêt est partiellement introduite		Outil
D Pour emploi avec les premiers chiffres 2 et 3	Le fil de 1,0 mm de diamètre et de 100 mm de long ne doit pas toucher les parties dangereuses lorsque la face sphérique d'arrêt est partiellement introduite		Fil

IEC 081/09

Figure H.1 (suite)

Annexe I (normative)

Exigences et essais pour le matériel avec séparation de protection

I.1 Généralités

La présente annexe s'applique à un appareil dont un ou plusieurs circuits peuvent être utilisés dans un circuit TBTS (TBTP) (l'appareil peut par lui-même ne pas être de la classe III – voir 7.4 de la CEI 61140 :2001).

La présente annexe a pour but d'harmoniser autant que possible toutes les règles et exigences applicables à l'appareillage à basse tension ayant une séparation de protection entre les parties prévues pour être utilisées dans des circuits TBTS (TBTP) et d'autres circuits, afin d'avoir l'uniformité des exigences et des essais et d'éviter de faire appel à différentes normes pour les essais.

I.2 Termes et définitions

I.2.1

isolation fonctionnelle

isolation entre parties conductrices qui est seulement nécessaire au fonctionnement correct du matériel

I.2.2

isolation principale

isolation des parties actives dangereuses contribuant à la protection principale contre les chocs électriques

NOTE Le terme isolation principale ne concerne pas l'isolation utilisée exclusivement à des fins fonctionnelles. (Voir I.2.1)

I.2.3

isolation supplémentaire

isolation indépendante prévue en plus de l'isolation principale en vue d'assurer la protection contre les chocs électriques en cas de défaillance de l'isolation principale

I.2.4

double isolation

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

I.2.5

isolation renforcée

isolation des parties actives dangereuses assurant un degré de protection contre les chocs électriques équivalent à celui d'une double isolation

NOTE Une isolation renforcée peut comprendre plusieurs couches qui ne peuvent être soumises aux essais séparément comme isolation principale ou supplémentaire.

I.2.6

séparation de protection (électrique)

séparation entre deux circuits électriques au moyen:

- d'une double isolation, ou
- d'une isolation principale et d'une protection électrique par écran, ou
- d'une isolation renforcée

[VEI 195-06-19]

I.2.7

circuit TBTS

circuit électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la TBT:

- dans les conditions normales, et
- dans des conditions de défaut, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits

NOTE Définition adaptée de la définition de réseau TBTS donnée dans le 3.26.1 de la CEI 61140 :2001.

I.2.8

circuit TBTP

circuit électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la TBT:

- dans les conditions normales, et
- dans des conditions de défaut, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits

NOTE Définition adaptée de la définition de réseau TBTP donnée dans le 3.26.2 de la CEI 61140 :2001.

I.2.9

limitation du courant de contact en régime établi et de la charge électrique

protection contre les chocs électriques par la conception de circuits ou de matériels de manière que, en fonctionnement normal et dans des conditions de défaut, le courant de contact en régime établi et la charge soient limités à des niveaux non dangereux

I.2.10

dispositif d'impédance de protection

composant ou ensemble de composants dont l'impédance et la construction sont telles qu'elles assurent la limitation du courant de contact en régime établi et la charge à des niveaux non dangereux

I.3 Exigences

I.3.1 Généralités

La seule méthode considérée dans la présente norme afin d'assurer la séparation de protection est basée sur l'isolation double (ou renforcée) entre le(s) circuits TBTS (TBTP) et les autres circuits. Si un composant est connecté entre les circuits séparés, ce composant doit satisfaire aux exigences pour les dispositifs d'impédance de protection conformément au 5.3.4 de la CEI 61140 :2001 (voir Figure I.1).

Les effets des arcs électriques normalement produits dans les chambres de coupure de l'appareillage sur l'isolation sont considérés comme pris en compte avec le dimensionnement des lignes de fuite et aucune vérification spéciale n'est requise.

Les effets des décharges partielles ne sont pas pris en compte.

I.3.2 Exigences diélectriques

I.3.2.1 Lignes de fuite

Il doit être vérifié que les lignes de fuite entre un circuit TBTS (TBTP) et les autres circuits sont égales ou supérieures à deux fois celles données pour l'isolation principale au Tableau 18 et correspondant à la tension du circuit ayant la valeur de tension assignée la plus élevée.

NOTE Cette exigence suit les principes donnés dans la CEI 60664-1.

Les lignes de fuite doivent être vérifiées selon I.4.2.1.

I.3.2.2 Distances d'isolement

Les distances d'isolement entre un circuit TBTS (TBTP) et d'autres circuits d'un appareil doivent être dimensionnées pour résister à la tension assignée aux chocs comme spécifié dans l'Annexe F pour l'isolation principale pour la classe spécifique d'emploi mais à un niveau immédiatement supérieur dans la série de valeurs (ou une valeur égale à 160 % de la valeur de tension requise pour l'isolation principale) suivant les principes donnés en 5.1.6 de la CEI 60664-1 :2007. Les conditions d'essais sont données en I.4.2.2.

I.3.3 Dispositions constructives

Il convient de prendre des mesures relatives à la construction concernant:

- les matériaux employés en fonction du vieillissement;
- les contraintes thermiques ou les risques mécaniques de défaut affectant l'isolation entre les circuits;
- les risques de contact électrique entre les différents circuits en cas de déconnexion accidentel du câblage.

Le Paragraphe I.4.3 donne des exemples de risques relatifs à la construction qu'il faut prendre en considération.

I.4 Essais

I.4.1 Généralités

Ces essais sont normalement effectués comme des essais de type. Lorsque la conception relative à la construction ne peut pas assurer sans ambiguïté que l'isolation prévue pour la séparation de protection ne peut pas être affectée par les conditions de production, le constructeur peut également prévoir que les essais ou une partie de ceux-ci soient effectués comme des essais individuels de série.

Ces essais doivent être faits entre le circuit TBTS (TBTP) et chacun des autres circuits, tels que le circuit principal, les circuits de commande et les circuits auxiliaires.

Les essais doivent être effectués dans toutes les conditions de fonctionnement du dispositif: positions d'ouverture, de fermeture et de déclenchement.

I.4.2 Essais diélectriques

I.4.2.1 Vérification des lignes de fuite

Les conditions de mesure sont celles données en 9.3.3.4.1 et dans l'Annexe E.

I.4.2.2 Vérification des distances d'isolement

I.4.2.2.1 Conditions de l'appareil pour l'essai

Les essais doivent être effectués sur les appareils montés comme en service, avec le câblage interne et dans l'état propre et sec.

I.4.2.2.2 Application de la tension d'essai

Pour chaque circuit de l'appareil en essai, les bornes externes doivent être raccordées ensemble.

I.4.2.2.3 Tension d'essai de choc

C'est une tension d'essai de choc ayant une forme d'onde 1,2/50 μ s comme décrit en 9.3.3.4.1, la valeur étant choisie comme définie en I.3.2.2.

I.4.2.2.4 Essai

Les distances d'isolement sont vérifiées par application de la tension d'essai de I.4.2.2.3. L'essai doit être effectué pour un minimum de cinq ondes de choc de chaque polarité avec un intervalle d'au moins 1 s entre les impulsions selon 9.3.3.4.1.

L'application de la tension d'essai peut être évitée lorsque les distances d'isolement sont égales ou supérieures à celles données au Tableau 17 pour la valeur de la tension d'essai déterminée.

I.4.2.2.5 Résultats à obtenir

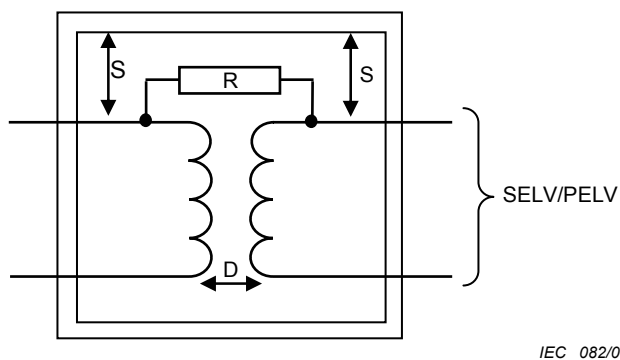
Lorsque la tension est appliquée, l'essai est considéré comme satisfaisant s'il n'y a pas de perçage ou contournement.

I.4.3 Exemples de mesures relatives à la construction

Il convient de prendre des mesures afin qu'un seul défaut mécanique, par exemple une broche à souder tordue, un point de soudure détaché ou un bobinage coupé (bobine), une vis desserrée ou tombée, n'affecte pas l'isolation au point qu'elle ne satisfasse plus aux exigences de l'isolation principale; il convient cependant que la conception soit telle que deux ou plusieurs de ces défauts n'apparaissent pas simultanément.

Exemples de mesure relatives à la construction:

- stabilité mécanique suffisante;
- barrières mécaniques;
- utilisation de vis captives;
- imprégnation ou moulage des composants;
- insertion des broches dans un manchon isolant;
- éviter les bords tranchants au voisinage des conducteurs.

**Légende**

D double isolation (ou isolation renforcée) entre circuits (y compris circuit TBTS/TBTP)

R composant satisfaisant aux exigences des dispositifs d'impédance de protection

S isolation principale

Figure I.1 – Exemple d'application avec un composant connecté entre des circuits séparés

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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