

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) –
Part 1: General rules**

**Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) –
Partie 1: Règles générales**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

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

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

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

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

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

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

Electropedia - www.electropedia.org

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) –
Part 1: General rules**

**Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8327-0007-5

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

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
4 Classification.....	15
4.1 According to the supply conditions	15
4.1.1 RCCB operating correctly on the occurrence of residual current	15
4.1.2 RCCB with 2 or 4 current paths operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range of $1,1 U_e$ and 85 V	15
4.1.3 RCCB according to 4.1.2 fitted with a functional earth (FE) and able to continue to provide protection when supplied from just one phase and FE	15
4.1.4 RCCB with 3 current paths operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range of $1,1 U_e$ and $0,7 U_e$	15
4.1.5 RCCB operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range $1,1 U_e$ and U_x	16
4.1.6 RCCB according to 4.1.5, however reclosing automatically after restoration of the supply voltage	16
4.2 According to the possibility of adjusting the residual operating current.....	16
4.2.1 RCCB with a single value of rated residual operating current.....	16
4.2.2 RCCB with multiple settings of residual operating current by fixed steps.....	16
4.3 According to their operation in response to the type of residual current.....	16
4.3.1 RCCB of type AC.....	16
4.3.2 RCCB of type A	16
4.4 According to time-delay (in the presence of a residual current)	16
4.4.1 RCCB without time-delay: type for general use	16
4.4.2 RCCB with time-delay: type S for selectivity	16
4.5 According to the protection against external influences	16
4.5.1 Enclosed-type RCCB (not requiring an appropriate enclosure).....	16
4.5.2 Unenclosed-type RCCB (for use with an appropriate enclosure)	16
4.6 According to the method of mounting	16
4.6.1 Surface-type RCCB	16
4.6.2 Flush-type RCCB.....	16
4.6.3 Panel board type RCCB, also referred to as distribution board type	16
4.7 According to the method of connection	16
4.7.1 RCCB for which the electrical connections are not associated with the mechanical mounting	16
4.7.2 RCCB for which the electrical connections are associated with the mechanical mounting	16
4.8 According to the type of terminals	17
4.8.1 RCCB with screw-type terminals for copper conductors	17
4.8.2 RCCB with screwless type terminals for copper conductors	17
4.8.3 RCCB with flat quick-connect terminals for copper conductors.....	17
4.8.4 RCCB with screw-type terminals for aluminium conductors	17
4.9 According to the number of poles and current paths.....	17
4.9.1 Single-pole RCCB with two current paths.....	17
4.9.2 Two-pole RCCB.....	17

4.9.3	Three-pole RCCB	17
4.9.4	Three-pole RCCB with four current paths.....	17
4.9.5	Four-pole RCCB	17
5	Characteristics of RCCBs	17
5.1	Summary of characteristics	17
5.2	Rated quantities and other characteristics.....	18
5.2.1	Rated voltages	18
5.2.2	Rated current (I_n)	18
5.2.3	Rated frequency	18
5.2.4	Rated making and breaking capacity (I_m)	18
5.2.5	Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	18
5.2.6	Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	18
5.2.7	Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	18
5.2.8	Rated conditional short-circuit current (I_{nc})	19
5.2.9	Rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$).....	19
5.2.10	Operating characteristics in response to the type of residual current	19
5.2.11	RCCB type S	19
5.3	Standard and preferred values	19
5.3.1	Standard values of rated operational voltage (U_e)	19
5.3.2	Preferred values of rated current (I_n).....	19
5.3.3	Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	19
5.3.4	Standard value of residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	20
5.3.5	Preferred values of rated frequency	20
5.3.6	Standard values of rated impulse withstand voltage (U_{imp})	20
5.3.7	Standard limit values of break time and non-actuating time for RCCB of type AC and A	20
5.3.8	Standard minimum value of non-operating overcurrent in the case of a load through an RCCB with two current paths.....	20
5.3.9	Standard minimum value of the non-operating overcurrent in the case of a single-phase load through a three-pole or four-pole RCCB	20
5.3.10	Standard minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)	20
5.3.11	Standard minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	20
5.3.12	Standard and preferred values of the rated conditional short-circuit current (I_{nc}).....	21
5.3.13	Standard values of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)	21
6	Marking and other product information.....	21
7	Standard conditions for operation in service and for installation.....	22
7.1	Standard conditions	22
7.2	Conditions of installation	22
7.3	Pollution degree.....	22
8	Requirements for construction and operation	23
8.1	Mechanical design	23
8.1.1	General	23
8.1.2	Mechanism	23

8.1.3	Clearances, creepage distances and solid insulation	25
8.1.4	Screws, current-carrying parts and connections	26
8.1.5	Terminals for external conductors	27
8.2	Protection against electric shock	28
8.3	Dielectric properties and isolating capability	29
8.4	Temperature-rise	29
8.4.1	General	29
8.4.2	Temperature-rise limits	29
8.4.3	Ambient air temperature	30
8.5	Operating characteristics	30
8.5.1	General	30
8.5.2	Operation in response to the type of residual current	30
8.5.3	Operation in presence of a residual current equal to or greater than $I_{\Delta n}$	30
8.6	Mechanical and electrical endurance	30
8.7	Performance at short-circuit currents	31
8.8	Resistance to mechanical shock and impact	31
8.9	Resistance to heat	31
8.10	Resistance to abnormal heat and to fire	31
8.11	Test device	31
8.12	Void	32
8.13	Behaviour of RCCBs in the event of overcurrent in the main circuit	32
8.14	Behaviour of RCCBs in the event of current surges caused by impulse voltages	32
8.15	Reliability	32
8.16	Electromagnetic compatibility (EMC)	32
8.17	Resistance to temporary overvoltages (TOV)	33
9	Tests	33
9.1	General	33
9.2	Test conditions	33
9.3	Test of indelibility of marking	34
9.4	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections	34
9.5	Test of reliability of screw-type terminals for external copper conductors	35
9.6	Verification of protection against electric shock	36
9.7	Test of dielectric properties	37
9.7.1	Resistance to humidity	37
9.7.2	Insulation resistance of the main circuit	38
9.7.3	Dielectric strength of the main circuit	38
9.7.4	Insulation resistance and dielectric strength of auxiliary circuits	39
9.7.5	Secondary circuit of detection transformers	40
9.7.6	Capability of control circuits connected to the main circuit to withstand high DC voltages due to insulation measurements	40
9.7.7	Verification of impulse withstand voltages	40
9.8	Test of temperature-rise	42
9.8.1	Ambient air temperature	42
9.8.2	Test procedure	42
9.8.3	Measurement of the temperature of parts	42
9.8.4	Temperature-rise of a part	42
9.9	Verification of the operating characteristics	42
9.10	Verification of mechanical and electrical endurance	43

9.10.1	General test conditions	43
9.10.2	Test procedure	43
9.10.3	Condition of the RCCB after test	44
9.11	Verification of the behaviour of the RCCB under short-circuit conditions	44
9.11.1	List of the short-circuit tests	44
9.11.2	Short-circuit tests	44
9.12	Verification of resistance to mechanical shock and impact	51
9.12.1	Mechanical shock	51
9.12.2	Mechanical impact	51
9.13	Test of resistance to heat	54
9.13.1	Test on complete RCCB	54
9.13.2	Ball pressure test	54
9.14	Test of resistance to abnormal heat and to fire	55
9.15	Verification of the trip-free mechanism	56
9.16	Verification of the operation of the test device at the limits of rated operational voltage	56
9.17	Void	57
9.18	Verification of the behaviour of RCCBs in the event of overcurrent in the main circuit	57
9.19	Verification of the behaviour of RCCBs in the event of current surges caused by impulse voltages	57
9.19.1	Current surge test for all RCCBs (0,5 μ s/100 kHz ring wave test)	57
9.19.2	Verification of the behaviour at surge currents up to 3 000 A (8/20 μ s surge current test)	58
9.20	Verification of reliability	59
9.20.1	Climatic test	59
9.20.2	Test with temperature of 40 °C	60
9.21	Verification of withstand against ageing	61
9.22	Electromagnetic compatibility (EMC)	61
9.23	Test of resistance to rusting	61
9.24	Verification of the behaviour of the RCCB under temporary overvoltage (TOV) conditions	62
9.24.1	General	62
9.24.2	TOV test for all RCCBs	62
9.24.3	Additional tests for RCCBs with a terminal intended to be connected to the PE	62
9.24.4	Verification after the tests	62
Annex A (normative)	Test sequence and number of samples to be submitted for certification purposes	93
Annex B (normative)	Determination of clearances and creepage distances	94
B.1	General	94
B.2	Orientation and location of a creepage distance	94
B.3	Creepage distances where more than one material is used	94
B.4	Creepage distances split by floating conductive part	94
B.5	Measurement of creepage distances and clearances	94
Annex C (normative)	Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests	99
Annex D (normative)	Routine tests	102
D.1	General	102
D.2	Tripping test	102

D.3	Dielectric strength test	102
D.4	Performance of the test device.....	102
Annex E (informative)	Methods for determination of short-circuit power-factor	103
E.1	General.....	103
E.2	Method I – Determination from DC components	103
E.3	Method II – Determination with pilot generator	104
Annex F (informative/normative)	Void	105
Annex G (informative/normative)	Void	106
Annex H (informative)	Examples of terminal designs.....	107
Annex I (informative)	Correspondence between ISO and AWG copper conductors.....	110
Annex J (informative)	Follow-up testing program for RCCBs	111
J.1	General.....	111
J.2	Follow-up testing program.....	111
J.2.1	General	111
J.2.2	Quarterly follow-up testing program	111
J.2.3	Annual follow-up testing program.....	111
J.2.4	Sampling procedure.....	112
Annex K (informative)	SCPDs for short-circuit tests	115
K.1	Introductory remark.....	115
K.2	Silver wires	115
K.3	Fuses.....	116
K.4	Other means	116
Bibliography.....		117
Figure 1 – Standard test finger.....		74
Figure 2 – Void		75
Figure 3 – Void		75
Figure 4 – Void		75
Figure 5 – Typical diagram for all short circuit tests except for the verification of the suitability in IT systems.....		76
Figure 6 – Typical diagram for the verification of the suitability in IT systems.....		77
Figure 7 – Detail of impedances Z , Z_1 and Z_2		77
Figure 8 – Mechanical shock test apparatus		78
Figure 9 – Mechanical impact test apparatus		79
Figure 10 – Striking element for pendulum impact test apparatus.....		80
Figure 11 – Mounting support for sample for mechanical impact test.....		81
Figure 12 – Example of mounting an unenclosed or flush-type RCCB for mechanical impact test.....		82
Figure 13 – Example of mounting of panel mounting type RCCB for the mechanical impact test.....		83
Figure 14 – Application of force for mechanical test of rail mounted RCCB		84
Figure 15 – Ball-pressure test apparatus.....		84
Figure 16 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz		85
Figure 17 – Test circuit for the ring wave test on RCCBs		85
Figure 18 – Surge current impulse 8/20 μ s.....		86
Figure 19 – Test circuit for the surge current test of RCCBs.....		86

Figure 20 – Stabilizing period for reliability test	87
Figure 21 – Reliability test cycle	88
Figure 22 – Void	88
Figure 23 – Example of records for short-circuit tests	89
Figure 24 – Test circuit for the verification of the behaviour under temporary overvoltage (TOV) conditions for RCCBs with a terminal intended to be connected to the PE	90
Figure 25 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB	91
Figure 26 – Void	91
Figure 27 – Diagrammatic representation for glow-wire test	92
Figure B.1 – Measuring creepage distances and clearances: Example 1	95
Figure B.2 – Measuring creepage distances and clearances: Example 2	95
Figure B.3 – Measuring creepage distances and clearances: Example 3	95
Figure B.4 – Measuring creepage distances and clearances: Example 4	96
Figure B.5 – Measuring creepage distances and clearances: Example 5	96
Figure B.6 – Measuring creepage distances and clearances: Example 6	96
Figure B.7 – Measuring creepage distances and clearances: Example 7	97
Figure B.8 – Measuring creepage distances and clearances: Example 8	97
Figure B.9 – Measuring creepage distances and clearances: Example 9	97
Figure B.10 – Measuring creepage distances and clearances: Example 10	98
Figure B.11 – Measuring creepage distances and clearances: Example 11	98
Figure C.1 – Example of test arrangement	100
Figure C.2 – Grid	101
Figure C.3 – Grid circuit	101
Figure H.1 – Examples of pillar terminals	107
Figure H.2 – Examples of screw terminals and stud terminals	108
Figure H.3 – Examples of saddle terminals	109
Figure H.4 – Examples of lug terminals	109
Table 1 – Marking	63
Table 2 – Void	64
Table 3 – Void	64
Table 4 – Void	64
Table 5 – Void	64
Table 6 – Void	64
Table 7 – Void	64
Table 8 – Void	64
Table 9 – Void	64
Table 10 – Void	64
Table 11 – Standard limit values of break time and non-actuating time for alternating residual currents (RMS values) for type AC and A	64
Table 12 – Standard maximum values of break time for half-wave residual currents (RMS values) for type A	64

Table 13 – Void	65
Table 14 – Tripping current limits	65
Table 15 – Void	65
Table 16 – Void	65
Table 17 – Void	65
Table 18 – Void	65
Table 19 – Rated impulse withstand voltage as a function of the nominal voltage of the installation	65
Table 20 – Minimum clearances and creepage distances	66
Table 21 – Test voltage of auxiliary circuits	68
Table 22 – Test voltage for verification of rated impulse withstand voltage	68
Table 23 – Test voltage for verifying the suitability for isolation, with reference to the rated impulse withstand voltage of the RCCB and the altitude where the test is carried out	68
Table 24 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals	69
Table 25 – Test copper conductors corresponding to the rated currents	69
Table 26 – Screw thread diameters and applied torques	69
Table 27 – Pulling forces	70
Table 28 – Temperature-rise values	70
Table 29 – Power factor ranges of the test circuit	70
Table 30 – Withstand values and duration of temporary overvoltages	70
Table 31 – Void	71
Table 32 – Void	71
Table 33 – Void	71
Table 34 – Void	71
Table 35 – Tests to be made to verify the behaviour of RCCBs under short-circuit conditions	71
Table 36 – Minimum values of I^2t and I_p	71
Table 37 – Void	72
Table 38 – Void	72
Table 39 – Void	72
Table 40 – Void	72
Table 41 – Void	72
Table 42 – Void	72
Table 43 – Void	72
Table 44 – Void	72
Table 45 – Void	72
Table 46 – Standard values of rated operational voltage	72
Table 47 – Values of influencing quantities	73
Table J.1 – Test sequences during follow-up inspections	112
Table J.2 – Number of samples to be tested	114
Table K.1 – Indication of silver wire diameters as a function of rated currents and short-circuit currents	115

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RESIDUAL CURRENT OPERATED CIRCUIT-BREAKERS
WITHOUT INTEGRAL OVERCURRENT PROTECTION
FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES (RCCBS) –****Part 1: General rules****FOREWORD**

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

IEC 61008-1 has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2010, Amendment 1:2012 and Amendment 2:2013. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) harmonization of all clauses between the IEC 61008, IEC 61009 and IEC 60755 series using blocks and modules approach;

- b) harmonization of all tables and figures between the IEC 61008, IEC 61009 and IEC 60755 series;
- c) terms and definitions are now referred to IEC 62873-2;
- d) modification of 4.1 for classification according to supply conditions;
- e) new subclauses 8.17 and 9.24 for requirements and tests for the resistance to temporary overvoltages (TOV);
- f) improvement of 9.8 for test of dielectric properties;
- g) tests for screwless, flat-quick terminals and aluminium conductors are now referred to the IEC 62873-3 series.

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

Draft	Report on voting
23E/1368/FDIS	23E/1385/RVD

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

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

This International Standard is to be used in conjunction with the relevant product standard, either IEC 61008-2-1:2024 or IEC 61008-2-2:2024. The chosen standard, IEC 61008-2-1:2024 or IEC 61008-2-2:2024, shall be used consistently throughout the standard.

In order to maintain the same structure throughout the IEC 61008 and IEC 61009 series, some elements that are not applicable to the particular device within the scope of this document are labelled void.

In this document, the following print types are used:

- compliance statements: in *italic* type;
- other statements: in normal type.

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

A list of all parts in the IEC 61008 series, published under the general title *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

The purpose of this document is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to RCCBs in order to obtain uniformity of requirements and tests and to avoid the need for testing to different standards.

All those parts which can be considered as general have therefore been gathered in this document, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of RCCB, only two main documents are used to determine all requirements and tests:

- 1) this document;
- 2) the relevant product standard covering RCCBs:
 - IEC 61008-2-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 2-1: RCCBs according to classification 4.1.1*; or
 - IEC 61008-2-2, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 2-2: RCCBs according to classification 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 and 4.1.6*

For Type F and Type B RCCBs, IEC 62423 applies in addition to the IEC 61008 series.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

RESIDUAL CURRENT OPERATED CIRCUIT-BREAKERS WITHOUT INTEGRAL OVERCURRENT PROTECTION FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES (RCCBS) –

Part 1: General rules

1 Scope

This document gives general requirements and tests for residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (hereafter referred to as RCCBs), for rated operational voltages not exceeding 440 V AC, with rated frequencies of 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz and rated currents not exceeding 125 A, intended principally for protection against shock hazard.

RCCBs are intended to provide fault protection (previously referred to as protection against indirect contact), the exposed conductive parts of the installation being connected to an appropriate earth electrode. They are also intended to be used to provide protection against fire hazards due to a persistent earth fault current.

RCCBs having a rated residual operating current not exceeding 30 mA are used for fault protection and additional protection in the case of failure of the protective provisions against electric shock.

This document applies to RCCBs performing simultaneously the functions of detection of the residual current, of comparison of the value of this current with the residual operating value and of opening of the protected circuit when the residual current exceeds this value.

NOTE 1 The requirements for RCCBs are in line with the group safety publication IEC 60755.

NOTE 2 RCCBs of type AC and type A are covered by the IEC 61008 series. RCCBs of type F and type B are covered by IEC 62423 in conjunction with the IEC 61008 series.

NOTE 3 Installation and selection rules for RCCBs are given in the IEC 60364 series.

NOTE 4 Installation and application rules of RCCBs in ZA is given in SANS 10142-1.

RCCBs are intended to be operated by ordinary or uninstructed persons and designed not to require maintenance.

The requirements of this document apply for standard conditions (see 7.1). Additional requirements can be necessary for RCCBs used in locations which have severe environmental conditions. RCCBs within the scope of this document are intended for use in an environment with pollution degree 2 (see 7.3).

NOTE 5 For environments with higher pollution degrees, enclosures giving the appropriate degree of protection can be used.

NOTE 6 For RCCBs having a degree of protection higher than IP20, special constructions can be required.

RCCBs are suitable for isolation.

Special precautions (e.g. surge protective devices) can be necessary when excessive overvoltages are likely to occur on the supply side (for example in the case of supply through overhead lines, see IEC 60364-4-44 and IEC 60364-5-53).

RCCBs, with the exception of those with an uninterrupted neutral, are suitable for use in IT systems.

RCCBs of the general type are resistant to current surges, including the case where surge voltages (as a result of switching transients or induced by lightning) cause loading currents in the installation without occurrence of flashover.

RCCBs of type S are considered to be sufficiently resistant against unwanted tripping even if the surge voltage causes a flashover and a follow-on current occurs.

NOTE 7 Surge protective devices installed downstream of the general type of RCCBs and connected in common mode can cause unwanted tripping.

Particular requirements are necessary for RCCBs intended to be used at frequencies other than 50 Hz or 60 Hz.

For RCCBs incorporated in, or intended for association with socket-outlets only, the requirements of this document can be used, as far as applicable, in conjunction with the requirements of IEC 60884-1 or the national requirements of the country where the product is placed on the market.

NOTE 8 Residual current-operated protective devices (RCDs) incorporated in, or intended only for association with socket-outlets, are also covered by IEC 62640.

NOTE 9 In DK, plugs and socket-outlets are in accordance with the requirements of the heavy current regulations section 107.

NOTE 10 In the UK, the plug part associated with an RCCB complies with BS 1363-1 and the socket-outlet(s) associated with an RCCB complies with BS 1363-2. In the UK, it is not necessary for the plug part and the socket-outlet(s) associated with an RCCB to comply with any IEC 60884-1 requirements.

NOTE 11 In ZA, RCCBs are known as earth leakage switches (ELSWs).

This document does not apply to:

- RCCBs the current setting of which is adjustable without a tool;
- RCCBs including batteries.

This document is not intended to be used alone; it is intended to be used in conjunction with the relevant product standard, IEC 61008-2-1 or IEC 61008-2-2.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

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

IEC 60068-3-4:2023, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

IEC 60228, *Conductors of insulated cables*

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

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60664-3, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

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

IEC 61008-2-1:2024, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 2-1: RCCBs according to classification 4.1.1*

IEC 61008-2-2:2024, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 2-2: RCCBs according to classification 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 and 4.1.6*

IEC 61032, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 62873-2, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 2: Residual current devices (RCDs) – Vocabulary*

IEC 62873-3-1, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-1: Particular requirements for devices with screwless-type terminals for external copper conductors*

IEC 62873-3-2, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-2: Particular requirements for devices with flat quick-connect terminations*

IEC 62873-3-3, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-3: Specific requirements for devices with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 62873-2 and the following apply.

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

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

3.1

live part

<in electrical installations and equipment> conductive part intended to be energized under normal operating conditions, including the neutral conductor and mid-point conductor, but excluding the PEN conductor, PEM conductor and PEL conductor

[SOURCE: SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19]

3.2

functional earth

FE

wire or terminal intended to be connected to the PE to continue providing a supply to the RCCB when the RCCB is supplied from one phase only

3.3

line to neutral voltage

U_o

voltage between line conductor and neutral conductor

4 Classification

4.1 According to the supply conditions

4.1.1 RCCB operating correctly on the occurrence of residual current

- within the voltage range $1,1 U_e$ and zero volt; and
- with any number of supply conductors connected.

The RCCB does not open automatically in the event of loss of supply.

4.1.2 RCCB with 2 or 4 current paths operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range of $1,1 U_e$ and 85 V

The RCCB does not open automatically in the event of loss of supply.

NOTE 1 In China, the lower limit value of 50 V (line to neutral) is required (for RCCB with $I_{\Delta n} \leq 30$ mA) instead of 85 V.

NOTE 2 Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.1.3 RCCB according to 4.1.2 fitted with a functional earth (FE) and able to continue to provide protection when supplied from just one phase and FE

4.1.3.1 Does not open automatically in the event of loss of supply and continues to provide residual current protection in the case of supply from just one phase and FE.

NOTE Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.1.3.2 Does not open automatically in the event of loss of one or more phases and provides protection by opening automatically if supplied from just one phase and FE.

NOTE Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.1.4 RCCB with 3 current paths operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range of $1,1 U_e$ and $0,7 U_e$

The RCCB does not open automatically in the event of loss of supply.

These devices are not intended to be supplied from single-phase circuits.

NOTE Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.1.5 RCCB operating correctly on the occurrence of residual current within the voltage range $1,1 U_e$ and U_x

The device opens automatically, with or without delay, in the event of a supply voltage drop to a value less than U_x .

NOTE Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.1.6 RCCB according to 4.1.5, however reclosing automatically after restoration of the supply voltage

NOTE Devices according to this classification are not allowed in Germany.

4.2 According to the possibility of adjusting the residual operating current

4.2.1 RCCB with a single value of rated residual operating current

4.2.2 RCCB with multiple settings of residual operating current by fixed steps

4.3 According to their operation in response to the type of residual current

4.3.1 RCCB of type AC

NOTE In some countries the use of type AC is not allowed: Germany

4.3.2 RCCB of type A

4.4 According to time-delay (in the presence of a residual current)

4.4.1 RCCB without time-delay: type for general use

4.4.2 RCCB with time-delay: type S for selectivity

4.5 According to the protection against external influences

4.5.1 Enclosed-type RCCB (not requiring an appropriate enclosure)

4.5.2 Unenclosed-type RCCB (for use with an appropriate enclosure)

4.6 According to the method of mounting

4.6.1 Surface-type RCCB

4.6.2 Flush-type RCCB

4.6.3 Panel board type RCCB, also referred to as distribution board type

NOTE These types can be intended to be mounted on rails.

4.7 According to the method of connection

4.7.1 RCCB for which the electrical connections are not associated with the mechanical mounting

4.7.2 RCCB for which the electrical connections are associated with the mechanical mounting

NOTE Examples of this type are:

- plug-in type;
- bolt-on type;
- screw-in type.

Some RCCBs can be of the plug-in type or bolt-on type on the line side only, the load terminals being usually suitable for wiring connection.

4.8 According to the type of terminals

4.8.1 RCCB with screw-type terminals for copper conductors

4.8.2 RCCB with screwless type terminals for copper conductors

NOTE Related terminal requirements for RCCBs equipped with these types of terminals are given in IEC 62873-3-1.

4.8.3 RCCB with flat quick-connect terminals for copper conductors

NOTE Related terminal requirements for RCCBs equipped with these types of terminals are given in IEC 62873-3-2.

4.8.4 RCCB with screw-type terminals for aluminium conductors

NOTE Related terminal requirements for RCCBs equipped with this type of terminal are given in IEC 62873-3-3.

4.9 According to the number of poles and current paths

4.9.1 Single-pole RCCB with two current paths

NOTE In this case, the neutral path does not contain any switching contact.

4.9.2 Two-pole RCCB

4.9.3 Three-pole RCCB

4.9.4 Three-pole RCCB with four current paths

NOTE In this case, the neutral path does not contain any switching contact.

4.9.5 Four-pole RCCB

5 Characteristics of RCCBs

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of an RCCB shall be stated in the following terms:

- rated voltages (see 5.2.1);
- rated current I_n (see 5.2.2);
- rated frequency (see 5.2.3);
- rated making and breaking capacity I_m (see 5.2.4);
- rated residual operating current $I_{\Delta n}$ (see 5.2.5);
- rated residual non-operating current $I_{\Delta no}$ (see 5.2.6);
- rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$ (see 5.2.7);
- time-delay, if applicable (see 5.2.11);
- operating characteristics in the case of residual currents with DC components (see 5.2.10);
- rated conditional short-circuit current I_{nc} (see 5.2.8);
- rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ (see 5.2.9);
- degree of protection (see IEC 60529).

5.2 Rated quantities and other characteristics

5.2.1 Rated voltages

5.2.1.1 Rated operational voltage (U_e)

The rated operational voltage of an RCCB is the value of voltage, assigned by the manufacturer, to which its performance is referred.

NOTE The same RCCB can be assigned a number of rated operational voltages and associated performance characteristics.

5.2.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage is assumed to be equal to the highest rated operational voltage assigned to the RCCB.

Where the rated insulation voltage assigned by the manufacturer exceeds the highest rated operational voltage of the RCCB, the dielectric test voltages and creepage distances shall be chosen for that rated insulation voltage in accordance with IEC 60664-1.

5.2.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

The rated impulse withstand voltage of an RCCB shall comply with the standard values given in Table 19.

5.2.2 Rated current (I_n)

The current assigned by the manufacturer which the RCCB can carry in uninterrupted duty.

5.2.3 Rated frequency

The rated frequency of an RCCB is the power frequency for which the RCCB is designed and to which the values of the other characteristics correspond.

NOTE A number of rated frequencies can be assigned to the same RCCB.

5.2.4 Rated making and breaking capacity (I_m)

The RMS value of the AC component of prospective current, assigned by the manufacturer, which an RCCB can make, carry and break under specified conditions.

5.2.5 Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)

The value of residual operating current, assigned by the manufacturer, at which the RCCB shall operate under specified conditions.

For an RCCB having multiple settings of residual operating current, the highest setting is used to designate it.

5.2.6 Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)

The value of residual non-operating current, at which the RCCB does not operate under specified conditions. The standard value of residual non-operating current is defined in 5.3.4.

5.2.7 Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The RMS value of the AC component of residual prospective current, assigned by the manufacturer, which an RCCB can make, carry and break under specified conditions.

5.2.8 Rated conditional short-circuit current (I_{nc})

The RMS value of prospective current, assigned by the manufacturer, which an RCCB, protected by a specified SCPD, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.2.9 Rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

The value of residual prospective current, assigned by the manufacturer, which an RCCB, protected by a specified SCPD, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.2.10 Operating characteristics in response to the type of residual current

5.2.10.1 RCCB type AC

An RCCB for which tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents, whether suddenly applied or slowly rising.

5.2.10.2 RCCB type A

An RCCB for which tripping is ensured:

- as for type AC;
- for residual pulsating direct currents; and
- for residual pulsating direct currents superimposed on a smooth direct current of 0,006 A

with or without phase-angle control, independent of polarity, whether suddenly applied or slowly rising.

5.2.11 RCCB type S

A time-delay RCCB which complies with the relevant part of Table 11 or Table 12, if applicable.

5.3 Standard and preferred values

5.3.1 Standard values of rated operational voltage (U_e)

Preferred values of rated operational voltage are indicated in Table 46.

5.3.2 Preferred values of rated current (I_n)

Preferred values of rated current are:

6 A – 8 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 50 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A.

5.3.3 Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)

Standard values of rated residual operating current are:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A – 0,1 A – 0,3 A – 0,5 A.

NOTE In the Republic of Korea and Japan, 0,015 A, 0,2 A and 1 A are also considered as standard values.

5.3.4 Standard value of residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)

The standard value of residual non-operating current is $0,5 I_{\Delta n}$.

NOTE For residual pulsating direct currents, residual non-operating currents depend on the phase angle (see Table 14).

5.3.5 Preferred values of rated frequency

Preferred values of rated frequency are 50 Hz, 60 Hz and 50 / 60 Hz.

If another value is used, the rated frequency shall be marked on the device and the tests carried out at this frequency.

5.3.6 Standard values of rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Table 19 gives the standard values of rated impulse withstand voltages as a function of the nominal voltage of the installation.

5.3.7 Standard limit values of break time and non-actuating time for RCCB of type AC and A

5.3.7.1 Standard limit values of break time and non-actuating time for alternating residual currents (RMS values) of type AC and A

Standard limit values are indicated in Table 11.

NOTE In the USA, where the tripping times are specifically related to current, the following formulas apply:

$$t = \left(\frac{20}{I} \right)^{1,43} \text{ for high-resistance faults and } t = 1,25 \left(\frac{10}{I} \right)^{1,43} \text{ for low resistance faults.}$$

5.3.7.2 Standard maximum values of break time for half-wave residual currents (RMS values) of type A

Standard limit values are indicated in Table 12.

5.3.8 Standard minimum value of non-operating overcurrent in the case of a load through an RCCB with two current paths

The standard minimum value of the non-operating current is $6 I_n$.

5.3.9 Standard minimum value of the non-operating overcurrent in the case of a single-phase load through a three-pole or four-pole RCCB

The standard minimum value of the non-operating overcurrent in the case of a single-phase load through a three-pole or four-pole RCCB is $6 I_n$.

5.3.10 Standard minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)

The minimum value of the rated making and breaking capacity I_m is $10 I_n$ or 500 A, whichever is the greater.

5.3.11 Standard minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$) is $10 I_n$ or 500 A, whichever is the greater.

5.3.12 Standard and preferred values of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

Up to and including 10 000 A, the standard values of the rated conditional short-circuit current I_{nc} are:

3 000 A – 4 500 A – 6 000 A – 10 000 A.

NOTE In the Republic of Korea, the values of 1 000 A, 1 500 A, 2 000 A, 2 500 A, 7 500 A, 9 000 A are also considered as standard values.

For values above 10 000 A up to and including 25 000 A, a preferred value is 20 000 A.

Values above 25 000 A are not considered in this document.

5.3.13 Standard values of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

Up to and including 10 000 A, the standard values of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ are:

3 000 A – 4 500 A – 6 000 A – 10 000 A.

The values of 500 A, 1 000 A and 1 500 A are also standard for RCCBs incorporated in or intended for association with socket-outlets.

For values above 10 000 A up to and including 25 000 A, a preferred value is 20 000 A.

Values above 25 000 A are not considered in this document.

6 Marking and other product information

Each RCCB shall be marked according to Table 1, in a durable manner.

The suitability for isolation, which is provided by all RCCBs of this document, may be indicated by the symbol  (IEC 60417-6169-1:2012-08) on the device. When affixed, this marking may be included in a wiring diagram, where it may be combined with symbols of other functions.

NOTE In Australia, this marking on the circuit-breaker is mandatory but is not required to be visible after installation.

When the symbol is used on its own (i.e. not in a wiring diagram), a combination with symbols of other functions is not allowed.

If a degree of protection higher than IP20 according to IEC 60529 is marked on the device, the device shall comply with it, whichever the method of installation. If the higher degree of protection is obtained only by a specific method of installation and/or with the use of specific accessories (e.g. terminal covers, enclosures, etc.), this shall be specified in the product information.

The manufacturer shall state the Joule integral I^2t and the peak current I_p withstand capabilities of the RCCB. Where these are not stated, minimum values as given in Table 36 apply.

The manufacturer shall give the type designation or catalogue number of one or more suitable SCPD(s) in its product information.

For RCCBs other than those operated by means of push-button, the open position shall be indicated by the symbol "O" (a circle) IEC 60417-5008:2002-10 and the closed position by the symbol "I" (a short vertical straight line) IEC 60417-5007:2002-10. Additional national symbols can be required for this indication. These indications shall be readily visible when the RCCB is installed.

For RCCBs operated by means of two push-buttons, the push-button designed for the opening operation only shall be in red colour and/or be marked with the symbol "O".

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

If a push-button is used for closing the contacts and is evidently identified as such, its depressed position is sufficient to indicate the closed position.

If a single push-button is used for closing and opening the contacts and it is identified as such, the button remaining in its depressed position is sufficient to indicate the closed position. On the other hand, if the button does not remain depressed, an additional means indicating the position of the contacts shall be provided.

Terminals intended for the protective conductor, if any, shall be indicated by the symbol  (IEC 60417-5019:2006-08).

Universal terminals:

- no marking.

Non-universal terminals:

- terminals declared for rigid-solid conductors shall be marked by the letters "sol";
- terminals declared for rigid (solid and stranded) conductors shall be marked by the letter "r";
- terminals declared for flexible conductors shall be marked by the letter "f".

The marking of non-universal terminals should appear on the device or, if the space available is not sufficient, on the smallest package unit or in the product information.

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

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.3.

7 Standard conditions for operation in service and for installation

7.1 Standard conditions

RCCBs shall be capable of operating under the standard conditions shown in Table 47.

7.2 Conditions of installation

RCCBs shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

7.3 Pollution degree

RCCBs are intended for an environment with pollution degree 2, i.e. normally only non-conductive pollution occurs. However, occasionally, temporary conductivity caused by condensation may be expected.

8 Requirements for construction and operation

8.1 Mechanical design

8.1.1 General

RCCBs shall be designed and constructed so that, in normal use, their use is safe and without danger to the user or to the environment.

The residual current detection and the residual current release shall be located between the incoming and outgoing terminals of the RCCB.

It shall not be possible to alter the operating characteristics of the RCCB by means of external interventions other than those specifically intended for changing the setting of the residual operating current or of the time delay.

Changing from one setting to another shall not be possible without a tool. It shall not be possible to disable or inhibit the RCCB function by any means.

NOTE 1 In Austria, Australia, Germany, Denmark, Italy, the UK, Ireland and Switzerland, multiple settings are not allowed.

RCCBs with continuously adjustable settings are not allowed.

Provisions for remote tripping of the RCCB, if any, shall:

- not cause any current to the PE;
- not cause any fault voltage when actuated, and
- not impair the isolation function of the RCCB.

RCCBs shall not be operated by introduction of an external connection for the purpose of intentionally creating a residual current to trip the RCCB.

NOTE 2 This does not preclude the use of an RCCB with a functional earth connection.

NOTE 3 This does not preclude the use of a test instrument.

NOTE 4 This requirement does not apply in Japan.

8.1.2 Mechanism

All poles of multipole RCCBs shall be mechanically coupled so that all poles, except the neutral, if any, make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

The neutral pole of four-pole RCCBs shall not close after and shall not open before the other poles.

Compliance is checked by inspection and by manual tests, using any appropriate means (example: indicator lights, oscilloscope, etc.).

RCCBs shall have a trip-free mechanism.

It shall be possible to switch the RCCB on and off by hand. For plug-in RCCBs without an operating handle, this requirement is not considered to be met by the fact that the RCCB can be removed from its base.

RCCBs shall be so constructed that the moving contacts can come to rest only in the closed position or in the open position, even when the operating means is released in an intermediate position.

RCCBs shall provide in the open position an isolation distance in accordance with the requirements necessary to satisfy the isolating function (see 8.3).

Indication of the position of the main contacts shall be provided by one or both of the following means:

- the position of the actuator (this being preferred); or
- a separate mechanical indicator.

If a separate mechanical indicator is used to indicate the position of the main contacts, this shall show the colour red for the closed position and the colour green for the open position.

NOTE In the US, the colours red and green are not used for contact position indication.

The means of indication of the contact position shall be reliable.

RCCBs shall be designed so that the actuator, front plate or cover can only be correctly fitted in a manner which ensures correct indication of the contact position.

When means are provided or specified by the manufacturer to lock the operating means in the open position, locking in that position shall only be possible when the main contacts are in the open position.

Locking of the operating means in the closed position is permitted.

Compliance is checked by inspection, in accordance with the instructions of the manufacturer.

Where the operating means is used to indicate the position of the contacts, the operating means, when released, shall automatically take up the position corresponding to that of the moving contacts; in this case, the operating means shall have two distinct rest positions corresponding to the position of the contacts but, for automatic opening, a third distinct position of the operating means may be provided, in which case it shall be necessary to reset the RCCB manually before reclosing is possible.

When an indicator light is used, this shall be lit when the RCCB is in the closed position and be of bright colour. The indicator light shall not be the only means to indicate the closed position.

The action of the mechanism shall not be influenced by the position of enclosures or covers and shall be independent of any removable part.

A cover sealed in position by the manufacturer is considered to be a non-removable part.

If the cover is used as a guiding means for push-buttons, it shall not be possible to remove the buttons from the outside of the RCCB.

Operating means shall be securely fixed on their shafts and it shall not be possible to remove them without the aid of a tool.

Operating means directly fixed to covers are allowed. If the operating means has an "up-down" movement, when the RCCB is mounted as in normal use, the contacts shall be closed by the up movement.

Compliance is checked by inspection, by manual test and, for the trip-free mechanism, by the test of 9.11 and 9.15.

8.1.3 Clearances, creepage distances and solid insulation

8.1.3.1 General

The minimum required clearances and creepage distances are given in Table 20 which is based on the RCCB being designed for operating in an environment with pollution degree 2.

Parts of PCBs connected to the live parts protected against pollution by the use of type 2 protection according to IEC 60664-3 are exempt from this verification.

The insulating materials are classified into material groups based on their comparative tracking index (CTI) according to IEC 60664-1.

NOTE 1 The comparative tracking index (CTI) is declared by the manufacturer based on tests carried out on the insulating material.

NOTE 2 Information on the requirements for design of solid insulation is provided in IEC 60664-1.

For clearances on printed wiring material, Footnote c in Table F.2 of IEC 60664-1:2020 applies: "For printed wiring material, the values for pollution degree 1 apply except that the value shall not be less than 0,04 mm, as specified in Table F.5 of IEC 60664-1:2020. A protection by means of a solder resist of high quality is the minimum requirement to allow this clearance reduction".

All measurements required in 8.1.3 are carried out in Test Sequence A on one sample. Tests according to 9.7 are carried out in Test Sequence B on three samples.

8.1.3.2 Clearances

Compliance for item 1 in Table 20 is checked by measurement and by the tests of 9.7.7.3. The test is carried out with samples not submitted to the humidity treatment described in 9.7.1.

Compliance for items 2 and 4 in Table 20 is checked by measurement and, if the clearances are reduced, by the tests of 9.7.7.2.

The clearances of items 2 and 4 in Table 20 (except for accessible surfaces after installation, see below) may be reduced provided that the measured clearances are not shorter than the minimum allowed in IEC 60664-1 for homogenous field conditions. In this case, compliance for items 2 and 4 is always checked by the test of 9.7.7.2.

Accessible surface after installation means any surface accessible by the user when the RCD is installed according to the manufacturer's instructions. The test finger can be applied to determine whether a surface is accessible or not.

Compliance for item 3 in Table 20 is checked by measurement.

8.1.3.3 Creepage distances

Compliance for items 1, 2, 3 and 4 in Table 20 is checked by measurement.

8.1.3.4 Solid insulation

Compliance is checked by the tests according to 9.7.2, 9.7.3, 9.7.4, 9.7.5 and 9.7.7 as applicable.

8.1.3.5 Additional requirements for control circuits connected to the main circuit

Compliance is checked by the test of 9.7.6.

8.1.4 Screws, current-carrying parts and connections

8.1.4.1 Connections

Connections, whether electrical or mechanical, shall withstand the stresses occurring in normal use.

Screws operated when mounting the RCCB during installation shall not be of the thread-cutting type.

Screws (or nuts) which are operated when mounting the RCCB include screws for fixing covers or cover-plates, but not connecting means for screwed conduits and for fixing the base of an RCCB.

NOTE Screwed connections are considered to be checked by the tests of 9.8, 9.11, 9.12, 9.13 and 9.21.

Compliance is checked by inspection, by manual test and by the test of 9.4.

8.1.4.2 Screws in engagement with a thread of insulating material

For screws in engagement with a thread of insulating material and which are operated when mounting the RCCB during installation, correct introduction of the screw into the screw hole or nut shall be ensured.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

The requirement with regard to correct introduction is met if introduction of the screw in a slanting manner is prevented, for example by guiding the screw by the part to be fixed, by a recess in the female thread or by the use of a screw with the leading thread removed.

8.1.4.3 Electrical connections

Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The suitability of the material is considered in respect of the stability of the dimensions.

8.1.4.4 Current-carrying parts

Current-carrying parts and parts intended for protective conductors, if any, shall be made of a metal having, under the conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

Examples of suitable materials are given below:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts worked cold, or at least 50 % copper for other parts;
- other metal or suitably coated metal, no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable.

If using ferrous alloys or suitably coated ferrous alloys, compliance to resistance to corrosion is checked by a test of resistance to rusting according to 9.23.

The requirements of 8.1.4.4 do not apply to contacts, magnetic circuits, heater elements, bimetals, shunts, electronic components, printed circuit boards, nor to screws, nuts, washers, clamping plates, similar parts of terminals and parts of the test circuit.

8.1.5 Terminals for external conductors

8.1.5.1 Terminals for external conductors shall be such that the conductors may be connected so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained permanently.

Connection arrangements intended for busbar connection are admissible, provided they are not used for the connection of cables.

The terminals shall be readily accessible under the intended conditions of use.

Compliance is checked by inspection, by the tests of 9.5 for screw-type terminals, by specific tests for plug-in or bolt-on RCCBs included in this document, or by the tests of IEC 62873-3-1, IEC 62873-3-2, and IEC 62873-3-3, as relevant for the type of connection.

8.1.5.2 RCCBs shall be provided with one of the following:

- terminals which shall allow the connection of copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 24; or

NOTE Examples of possible designs of screw-type terminals are given in Annex H.

- screwless type terminals for copper conductors according to IEC 62873-3-1; or
- flat quick-connect terminals for copper conductors according to IEC 62973-3-2; or
- terminals for untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors according to IEC 62873-3-3.

Compliance for terminals according to the first indent is checked by inspection, by measurement and by fitting in turn one conductor of the smallest and one of the largest cross-section as specified in Table 24.

8.1.5.3 The means for clamping the conductors in the terminals shall not serve to fix any other component, although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.

Compliance is checked by inspection.

8.1.5.4 Terminals for rated currents up to and including 32 A shall allow the conductors to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of wire of the conductor, use of cable lugs, formation of eyelets, etc., but not the reshaping of the conductor before its introduction into the terminal or the twisting of a flexible conductor to consolidate the end.

8.1.5.5 Terminals shall have adequate mechanical strength for the intended use. Screws and nuts for clamping the conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.4 and 9.5.2.

8.1.5.6 Terminals shall be so designed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.5.3.

8.1.5.7 Terminals shall be so designed that they clamp the conductor reliably and between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.4 and 9.5.2.

8.1.5.8 Terminals shall be so designed or positioned that neither a rigid solid conductor nor a wire of a stranded conductor can slip out while the clamping screws or nuts are tightened.

This requirement does not apply to lug terminals.

Compliance is checked by the test of 9.5.4.

8.1.5.9 Terminals shall be so fixed or located that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, their fixings do not work loose.

These requirements do not imply that the terminals shall be so designed that their rotation or displacement is prevented, but any movement shall be sufficiently limited so as to prevent non-compliance with the requirements of this document.

The use of sealing compound or resin is considered to be sufficient for preventing a terminal from working loose, provided that

- the sealing compound or resin is not subject to stress during normal use;
- the effectiveness of the sealing compound or resin is not impaired by temperatures attained by the terminal under the most unfavourable conditions specified in this document.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the test of 9.4.

8.1.5.10 Clamping screws or nuts of terminals intended for the connection of protective conductors shall be adequately secured against accidental loosening and it shall not be possible to unclamp them without the use of a tool.

Compliance is checked by manual test.

In general, the designs of terminals of which examples are shown in Annex H provide sufficient resilience to comply with this requirement; for other designs special provisions, such as the use of an adequately resilient part which is not likely to be removed inadvertently, may be necessary.

8.1.5.11 Screws and nuts of terminals intended for the connection of external conductors shall be in engagement with a metal thread and the screws shall not be of the thread cutting type.

Compliance is checked by inspection.

8.2 Protection against electric shock

RCCBs shall be so designed that, when they are mounted and wired as for normal use, live parts are not accessible.

A part is considered to be "accessible" if it can be touched by the standard test finger (Figure 1).

NOTE The term "normal use" implies that RCCBs be installed according to the manufacturer's instructions.

For RCCBs other than those of the plug-in type, external parts, other than screws or other means for fixing covers and labels, which are accessible when the RCCBs are mounted and wired as in normal use, shall either be of insulating material, or be lined throughout with insulating material.

Linings shall be fixed in such a way that they are not likely to be lost during installation of the RCCBs. They shall have adequate thickness and mechanical strength and shall provide adequate protection at places where sharp edges occur.

Inlet openings for cables or conduits shall either be of insulating material or be provided with bushings or similar devices of insulating material. Such devices shall be reliably fixed and shall have adequate mechanical strength.

For plug-in RCCBs, external parts other than screws or other means for fixing covers, which are accessible for normal use, shall be of insulating material.

Metallic operating means shall be insulated from live parts and their conductive parts which otherwise would be "exposed conductive parts" shall be covered by insulating material, with the exception of means for coupling insulated operating means of several poles.

Metal parts of the mechanism shall not be accessible. In addition, they shall be insulated from accessible metal parts, from metal frames supporting the base of flush-type RCCBs, from screws or other means for fixing the base to its support and from metal plates used as support.

It shall be possible to replace plug-in RCCBs easily without touching live parts.

Lacquer and enamel are not considered to provide adequate insulation for the purpose of this Subclause 8.2.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.6.

8.3 Dielectric properties and isolating capability

RCCBs shall have adequate dielectric properties.

Control circuits connected to the main circuit shall not be damaged by high DC voltage due to insulation measurements which are normally carried out after RCCBs are installed.

RCCBs shall ensure isolation.

Compliance is checked by the tests of 9.7.

8.4 Temperature-rise

8.4.1 General

RCCBs shall not suffer damage impairing its functions and its safe use taking into account the ambient air temperature at which they are intended to be used.

Compliance is checked by the tests of 9.8.

8.4.2 Temperature-rise limits

The temperature-rises of the parts of an RCCB specified in Table 28, measured under the conditions specified in 9.8.2, shall not exceed the limiting values stated in Table 28.

8.4.3 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Table 28 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits given in Table 47.

8.5 Operating characteristics

8.5.1 General

The operating characteristics of RCCBs shall comply with the requirements of 9.9.

RCCBs shall operate according to the requirements of the following subclauses, as applicable.

8.5.2 Operation in response to the type of residual current

8.5.2.1 General

The tripping characteristic of RCCBs shall ensure protection against residual current without premature operation.

The tests shall verify the operation of the RCCBs within their voltage range according to the classification.

Compliance is checked by the tests of 9.9.

8.5.2.2 Alternating residual current

RCCBs shall operate in response to a steady increase of alternating residual current of rated frequency within the limits of the non-operating current $I_{\Delta no}$ and the rated residual operating current $I_{\Delta n}$.

8.5.2.3 Pulsating DC residual current

RCCBs type A shall operate in response to a steady increase of pulsating direct residual current of rated frequency within specified limits of the non-operating current and the operating current in accordance with Table 14.

The tripping limits shall be maintained independent of the polarity of the pulsating direct residual current.

8.5.2.4 Pulsating DC residual current superimposed by smooth direct current of 0,006 A

RCCBs type A shall operate in response to a steady increase of pulsating direct residual current of rated frequency within specified limits of the non-operating current and the operating current in accordance with Table 14 also when a smooth direct current of 0,006 A is superimposed.

The tripping limits of the pulsating direct current shall be maintained even if the polarity of the pulsating direct residual current and the smooth direct current are the same.

8.5.3 Operation in presence of a residual current equal to or greater than $I_{\Delta n}$

Compliance is checked by the tests of 9.9.

8.6 Mechanical and electrical endurance

RCCBs shall be capable of performing an adequate number of mechanical and electrical operations.

Compliance is checked by the test of 9.10.

8.7 Performance at short-circuit currents

RCCBs shall be capable of performing a specified number of short-circuit operations during which they shall neither endanger the operator nor initiate a flashover between live conductive parts or between live conductive parts and earth.

For coordination with short circuit protective devices (SCPDs), RCCBs shall be protected against short-circuits by means of circuit-breakers or fuses complying with their relevant standards.

The association of a short-circuit protective device with an RCCB is intended to ensure protection of the residual current device from the effects of short-circuit currents.

The short-circuit protective device shall be selected according to the following characteristics in line with the characteristics of the RCCB:

- a) maximum let-through I^2t ;
- b) maximum value of let-through peak current I_p .

The rating and type of SCPD shall be the same for 5.2.8 and 5.2.9.

Coordination between RCCBs and the SCPD shall be verified under the general conditions of 9.11.2.1 by means of the tests described in 9.11.2.4 which are designed to verify the protection of the RCCBs against short-circuit currents up to the conditional short-circuit current I_{nc} and up to the conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

Compliance is checked by the tests of 9.11.

8.8 Resistance to mechanical shock and impact

RCCBs shall have adequate mechanical behaviour to withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the test of 9.12.

8.9 Resistance to heat

RCCBs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the test of 9.13.

8.10 Resistance to abnormal heat and to fire

External parts of RCCBs made of insulating material shall not be liable to ignite and to spread fire if current-carrying parts in their vicinity, under fault or overload conditions, attain a high temperature. The resistance to abnormal heat and to fire of the other parts made of insulating material is considered as being checked by the other tests of this document.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.14.

8.11 Test device

RCCBs shall be provided with a test device to simulate the passing through the detecting device of a residual current in order to allow a periodic testing of the ability of the residual current device to operate.

NOTE The test device is intended to check the tripping function, not the value at which this function is effective with respect to the rated residual operating current and the break times.

The ampere-turns produced when operating the test device of an RCCB supplied at rated operational voltage or at the highest value of the voltage range, if applicable, shall not exceed 2,5 times the ampere-turns produced, when a residual current equal to $I_{\Delta n}$ is passed through one of the poles of the RCCB.

In the case of RCCBs having several settings of residual operating current (see 4.2.2), the lowest setting for which the RCCBs have been designed shall be used.

The protective conductor of the installation shall not become live when the test device is operated.

It shall not be possible to energize the circuit on the load side by operating the test device when the RCCB is in the open position and connected as in normal use.

The test device shall not be the sole means of performing the opening operation and is not intended to be used for this function.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.16.

8.12 Void

8.13 Behaviour of RCCBs in the event of overcurrent in the main circuit

RCCBs without integral overcurrent protection shall not operate under specified conditions of overcurrent.

Compliance is checked by the test of 9.18.

8.14 Behaviour of RCCBs in the event of current surges caused by impulse voltages

RCCBs shall adequately withstand the current surges to earth:

- due to the loading of the capacitances of the installation, or
- due to surges of atmospheric origin.

RCCBs of type S shall withstand and shall have adequate resistance against unwanted tripping in the event of surge current to earth:

- due to the loading of the capacitances of the installation, or
- due to surges of atmospheric origin, or
- due to flashovers causing follow currents.

Compliance is checked by the test of 9.19.

8.15 Reliability

RCCBs shall operate reliably even after long service, taking into account the ageing of their components.

Compliance is checked by the tests of 9.20 and 9.21.

8.16 Electromagnetic compatibility (EMC)

RCCBs shall operate reliably, even in presence of electromagnetic disturbances, and shall comply with relevant EMC requirements.

Compliance is checked by the tests of 9.22.

8.17 Resistance to temporary overvoltages (TOV)

RCCBs shall adequately withstand temporary overvoltages due to various phenomena (such as fault in the high voltage network; break of neutral; short circuit between line conductor and neutral conductor).

Withstand values of alternating overvoltage levels and duration are given in Table 30.

Compliance with the above requirements is checked by the tests of 9.24.

9 Tests

9.1 General

The characteristics of RCCBs are checked by means of type tests.

For certification purposes, type tests are carried out in test sequences.

NOTE The term "certification" denotes:

- either manufacturer's declaration of conformity; or
- third-party certification, for example by an independent certification body.

The test sequences and the number of samples are provided by IEC 61008-2-1 (RCCBs in accordance with 4.1.1) or IEC 61008-2-2 (RCCBs in accordance with 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 and 4.1.6) as applicable.

Unless otherwise specified in the relevant test clause, each type test (or sequence of type tests) is carried out on RCCBs in a clean and new condition, the influencing quantities having their normal reference values (see Table 47).

Routine tests to be carried out by the manufacturer on each device are given in Annex D.

Guidance for follow-up testing program for RCCBs is provided in Annex J.

9.2 Test conditions

The RCCB is mounted individually according to the manufacturer's instructions and in free air, at an ambient air temperature equal to 20 °C, unless otherwise specified in the relevant test clause, and is protected against undue external heating or cooling.

RCCBs designed for installation in individual enclosures are tested in the smallest of such enclosures specified by the manufacturer.

NOTE 1 An individual enclosure is an enclosure designed to accept one device only.

Unless otherwise specified in the relevant test clause, the RCCB is wired with the appropriate cable of cross-section S specified in Table 25 and is fixed on a dull black painted plywood board not less than 20 mm thickness, the method of fixing being in compliance with the requirements relating to the indications of the manufacturer concerning mounting.

NOTE 2 For AWG copper conductors, see Annex I.

Where tolerances are not specified, type tests are carried out at values not less severe than those specified in this document. Unless otherwise specified in the relevant test clause, tests are carried out at the rated frequency $\pm 5\%$.

During the tests, no maintenance or dismantling of the samples is allowed.

For the tests of 9.8, 9.9, 9.10, 9.20.2 and 9.21, the RCCB is connected as follows:

- the connections are made by means of single-core, PVC-insulated copper cables;
- the connections are in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals;
- the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal is
 - 1 m for cross-sections up to and including 10 mm²;
 - 2 m for cross-sections larger than 10 mm².

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 26.

For RCCBs with dependent manual operation, an operating speed of 0,1 m/s $\pm$ 25 % shall be used during actuation for the tests of 9.10 and 9.11. The speed is measured at the extremity when and where the operating means of the test apparatus touches the actuating means of the RCCB under test. For rotary knobs, the angular velocity shall correspond substantially to the above conditions, referred to the speed of the operating means (at its extremities) of the RCCB under test.

NOTE 3 In Japan, on request of the manufacturer, a different operating speed can be used for tests in 9.10 and 9.11.

9.3 Test of indelibility of marking

The test is carried out by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton soaked with aliphatic solvent hexane with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, initial boiling point approximately 65 °C, dry point approximately 69 °C and specific gravity of 0,68 g/cm³.

Aliphatic solvent hexane having both the main composition required by this document and CAS No. 110-54-3 is acceptable.

Marking made by impressing, moulding, engraving or laser printing is not subjected to this test.

After this test, the marking shall be easily legible. The marking shall also remain easily legible after all the tests of this document.

It shall not be easily possible to remove labels and they shall show no curling.

9.4 Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections

Compliance with the requirements of 8.1.4 is checked by inspection and, for screws and nuts which are operated when connecting the RCCB, by the following test.

The screws or nuts are tightened and loosened:

- 10 times for screws 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 are completely removed and re-inserted each time.

The test is carried out by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table 26.

The screws and nuts shall be tightened in one smooth and continuous motion.

The test is carried out with rigid conductors only, having the largest connectable cross-section specified in Table 24, solid or stranded, whichever is the more unfavourable. The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Column I applies to screws without head if the screw, when tightened, does not protrude from the hole, and to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

Column II applies to other screws which are tightened by means of a screwdriver.

Column III applies to screws and nuts which are tightened by means other than a screwdriver.

Where a screw has a hexagonal head with a slot for tightening with a screwdriver and the values in column II and column III are different, the test is carried out twice, first applying to the hexagonal head the torque specified in column III and then, on another sample, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver. If the values in column II and column III are the same, only the test with the screwdriver is carried out.

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

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

9.5 Test of reliability of screw-type terminals for external copper conductors

9.5.1 Compliance with the requirements of 8.1.5 is checked by inspection, by the test of 9.4, for which a rigid copper conductor having the largest cross-section specified in Table 24 is placed in the terminal (for nominal cross-sections exceeding 6 mm², a rigid stranded conductor is used; for other nominal cross-sections, a solid conductor is used), and by the tests of 9.5.2, 9.5.3 and 9.5.4.

The tests of 9.5.2, 9.5.3 and 9.5.4 are carried out using a suitable test screwdriver or spanner, and applying the torque specified in Table 26.

9.5.2 The terminals are fitted with copper conductors of the same type (solid, stranded or flexible) of the smallest and largest cross-sections specified in Table 24.

The terminal shall be suitable for all types of conductors: rigid (solid or stranded) and flexible, unless otherwise specified by the manufacturer.

Terminals shall be tested with the minimum and maximum cross-section of each type of conductors on new terminals as follows:

- tests for solid conductors shall use conductors having cross-sections from 1 mm² up to 6 mm², as applicable;
- tests for stranded conductors shall use conductors having cross-sections from 1,5 mm² up to 50 mm², as applicable;
- tests for flexible conductors shall use conductors having cross-sections from 1 mm² up to 35 mm², as applicable.

NOTE Information on AWG is given in Annex I.

The conductor is inserted into a new terminal for the minimum distance specified or, where no distance is specified, until it just projects from the far side, and in the position most likely to assist the wire to escape.

The clamping screws are then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 26.

Each conductor is then subjected to a pull of the value, in newtons, shown in Table 27, according to the relevant cross-section of the tested conductor.

The pull is applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axis of the conductor space.

When it is necessary, the tested values, for the different cross-sections with the relevant pulling force, shall be clearly indicated in the test report.

During the test, the conductor shall not move noticeably in the terminal.

9.5.3 The terminals are fitted with copper conductors of the smallest and largest cross-sections specified in Table 24, solid or stranded, whichever is the more unfavourable, and the terminal screws are tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 26.

The terminal screws are then loosened and the part of the conductor which may have been affected by the terminal is inspected.

The conductors shall show no undue damage or severed wires.

NOTE Conductors are considered to be unduly damaged if they show deep or sharp indentations.

During the test, 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 terminal.

9.5.4 The terminals are fitted with the largest cross-section area specified in Table 24 for stranded and/or flexible copper conductor.

Before insertion in the terminal, the strands of the conductor are suitably reshaped.

The conductor is inserted into the terminal until the conductor reaches the bottom of the terminal or just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to permit a strand (or strands) to escape. The clamping screw or nut is then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 26.

After the test, no strand of the conductor shall have escaped outside the retaining device.

9.6 Verification of protection against electric shock

This requirement is applicable to those parts of RCCBs which are exposed to the operator when mounted as for normal use.

The test is made with the standard test finger shown in Figure 1 on the RCCB mounted as for normal use (see note of 8.2) and fitted with conductors of the smallest and largest cross-sections which may be connected to the RCCB.

The standard test finger shall be so designed that each of the jointed sections can be turned through an angle of 90° with respect to the axis of the finger, in the same direction only.

The standard test finger is applied in every possible bending position of a real finger, an electrical contact indicator being used to show contact with live parts.

It is recommended that a lamp be used for the indication of contact and that the voltage be not less than 40 V. The standard test finger shall not touch live parts.

RCCBs with enclosures or covers of thermoplastic material are subjected to the following additional test, which is carried out at an ambient air temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the RCCB being at this temperature.

RCCBs are subjected for 1 min to a force of 75 N, applied through the tip of a straight unjointed test finger (probe 11 according to IEC 61032). This finger is applied to all places where yielding of insulating material could impair the safety of the RCCB but is not applied to knockouts.

During this test, enclosures or covers shall not deform to such an extent that live parts can be touched with the unjointed test finger.

Unenclosed RCCBs having parts not intended to be covered by an enclosure are submitted to the test with a metal front panel and mounted as for normal use.

9.7 Test of dielectric properties

9.7.1 Resistance to humidity

9.7.1.1 Preparation of the RCCB for test

Parts of the RCCB which can be removed without the aid of a tool, are removed and subjected to the humidity treatment with the main part; spring lids are kept open during this treatment.

Inlet openings, if any, are left open; if knock-outs are provided, one of them is opened.

9.7.1.2 Test conditions

The humidity treatment is carried out in a humidity cabinet containing air with a relative humidity maintained between 91 % and 95 %.

The temperature of the air in which the sample is placed is maintained within $\pm 1 ^\circ\text{C}$ of any convenient value T between $20 ^\circ\text{C}$ and $30 ^\circ\text{C}$.

Before being placed in the humidity cabinet, the sample is brought to a temperature between $T ^\circ\text{C}$ and $T ^\circ\text{C} + 4 ^\circ\text{C}$.

9.7.1.3 Test procedure

The sample is kept in the cabinet for 48 h.

NOTE A relative humidity between 91 % and 95 % can be obtained by placing in the humidity cabinet a saturated solution of sodium sulphate (Na_2SO_4) or potassium nitrate (KNO_3) in water having a sufficiently large surface in contact with the air.

In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is recommended to ensure a constant circulation of the air within and to use a cabinet which is thermally insulated.

9.7.1.4 Condition of the RCCB after the test

After this treatment, the sample shall show no damage within the meaning of this document and shall withstand the tests of 9.7.2, 9.7.3, 9.7.4, 9.7.6 and 9.7.7.2 (if applicable).

9.7.2 Insulation resistance of the main circuit

The RCCB having been treated as specified in 9.7.1 is then removed from the cabinet.

After an interval of between 30 min and 60 min following this treatment, the insulation resistance is measured 5 s after the application of a DC voltage of approximately 500 V, in the following order:

- a) with the RCCB in the open position, between each pair of the terminals which are electrically connected together when the RCCB is in the closed position, in turn on each pole;
- b) with the RCCB in the closed position, in turn between each pole and the others connected together, electronic components connected between current paths being disconnected for the test;
- c) with the RCCB in the closed position, between all poles connected together and the frame including a metal foil or part in contact with the outer surface of the housing of insulating material but with the terminal areas kept completely free to avoid flashover between terminals and the metal foil;
- d) for RCCBs with a metal enclosure having an internal lining of insulating material, between the frame and a metal foil in contact with the inner surface of the lining of insulating material, including bushings and similar devices.

The measurement of c) is carried out after having connected all auxiliary circuits to the frame.

The term "frame" includes:

- all accessible metal parts and a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible after installation as for normal use;
- the surface on which the base of the RCCB is mounted, covered, if necessary, with metal foil;
- screws and other devices for fixing the base to its support;
- screws for fixing covers which have to be removed when mounting the RCCB;
- metal parts of operating means referred to in 8.2.

If the RCCB is provided with a terminal intended for the connection of protective conductors, this is connected to the frame.

For the measurements according to list items c) and d), the metal foil is applied in such a way that the sealing compound, if any, is effectively tested.

The insulation resistance shall not be less than:

- 2 MΩ for the measurements according to list items a) and b);
- 5 MΩ for the other measurements.

9.7.3 Dielectric strength of the main circuit

After the RCCB has passed the tests of 9.7.2, the test voltage specified is applied for 1 min between the parts indicated in 9.7.2 with electronic components, if any, being disconnected for the test.

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The source of the test voltage shall be capable of supplying a short-circuit current of at least 0,2 A.

No overcurrent tripping device of the transformer shall operate when the current in the output circuit is lower than 100 mA.

The values of the test voltage shall be as follows:

- 2 000 V for list items a) to c) of 9.7.2;
- 2 500 V for list item d) of 9.7.2.

Initially, not more than half the specified voltage is applied, then it is raised to the full value within 5 s.

No flashover or breakdown shall occur during the test.

Glow discharges without drop in voltage are disregarded.

9.7.4 Insulation resistance and dielectric strength of auxiliary circuits

- a) The measurement of the insulation resistance and the dielectric strength tests for the auxiliary circuits are carried out immediately after the measurement of the insulation resistance and the dielectric strength tests for the main circuit, under the conditions given in list items b) and c) below.

Where electronic components connected to the main circuit in normal service are used, the temporary connections for test shall be made so that, during the tests, there is no voltage between the incoming and outgoing sides of the components.

- b) The measurements of the insulation resistance are carried out at a voltage of approximately 500 V DC:
- 1) between
 - the auxiliary circuits connected together, and
 - the frame;
 - 2) between
 - each part of the auxiliary circuit which might be separated from the other parts of the auxiliary circuit in normal service and
 - the other parts of the auxiliary circuit(s) connected together,
- After this voltage has been applied for 1 min, the insulation resistance shall not be less than 2 MΩ.
- c) A substantially sinusoidal voltage at rated frequency is applied for 1 min between the parts listed under item b).

The voltage values to be applied are specified in Table 21.

At the beginning of the test, the voltage shall not exceed half the value specified. It is then increased steadily to the full value in not less than 5 s, but not more than 20 s.

During the test, there shall be no flashover or perforation.

Discharges which do not correspond to a voltage drop are disregarded.

In the case of RCCBs in which the auxiliary circuit is not accessible for verification of the requirements given in item b), the tests can be made on specially prepared samples.

Auxiliary circuits do not include the control circuit of RCCBs classified according to 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 and 4.1.6.

NOTE Control circuits other than those of secondary circuit of detection transformers and control circuits connected to the main circuit are submitted to the same tests as the auxiliary circuits.

9.7.5 Secondary circuit of detection transformers

The circuit which includes the secondary circuit of the detection transformer is not submitted to any insulation test, provided that the circuit has no connection with accessible metal parts, with a protective conductor, or with live parts.

9.7.6 Capability of control circuits connected to the main circuit to withstand high DC voltages due to insulation measurements

The test is carried out on the RCCB fixed on a metal support, in the closed position, with all control circuits connected as in service.

A DC voltage source is used with the following characteristics:

– open voltage: 600 V $^{+25}_0$ V

– maximum ripple: 5 %

where

$$\text{ripple (\%)} = \frac{\text{max. value} - \text{mean value}}{\text{mean value}} \times 100$$

– short-circuit current: 12 mA $^{+2}_0$ mA

This test voltage is applied for 1 min in turn between each pole and the other poles connected together to the frame.

After this treatment, under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3, as applicable, the RCCB shall trip with a test current of $I_{\Delta n}$. Only one test is carried out, the break time shall comply with Table 11.

9.7.7 Verification of impulse withstand voltages

9.7.7.1 General testing procedure for the impulse withstand voltage tests

The impulses are given by a generator producing positive and negative impulses having a front time of 1,2 µs, and a time to half-value of 50 µs, the tolerances being as follows:

- ±5 % for the peak value;
- ±30 % for the front time;
- ±20 % for the time to half-value.

For each test, five positive impulses and five negative impulses are applied. The interval between consecutive impulses shall be at least 1 s for impulses of the same polarity and be at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

When performing the impulse voltage test, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It shall be ensured that the required value of the test voltage is applied across the terminals of the equipment under test.

The internal surge impedance of the test apparatus shall have a nominal value not higher than 500 Ω.

The shape of the impulses is adjusted with the RCCB under test connected to the impulse generator. For this purpose, appropriate voltage dividers and voltage sensors shall be used.

Small oscillations in the impulses are allowed provided that their amplitude near the peak of the impulse is less than 5 % of the peak value.

For oscillations on the first half of the front, amplitudes up to 10 % of the peak value are allowed.

There shall be no disruptive discharge (sparkover, flashover or puncture) during the tests.

9.7.7.2 Verification of clearances with the impulse withstand voltage

If the measurement of clearances of items 2 and 4 of Table 20 does not show any reduced clearance, this test is not applied.

Where measurements of clearances within the device are not feasible this test may be used to replace measurements of clearances of items 2 and 4 of Table 20.

The test is carried out on an RCCB fixed on a metal support and being in the closed position.

The test impulse voltage values shall be chosen from Table 22 in accordance with the rated impulse withstand voltage of the RCCB as given in Table 19. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out, according to Table 22.

Tests are carried out with the RCCB in the closed position, applying the impulse voltage between:

- a) in turn between each pole and the others connected together, electronic components connected between current paths being disconnected for the test;
- b) between all poles connected together and the frame including a metal foil or part in contact with the outer surface of the housing of insulating material but with the terminal areas kept completely free to avoid flashover between terminals and the metal foil;
- c) for RCCBs with a metal enclosure having an internal lining of insulating material, between the frame and a metal foil in contact with the inner surface of the lining of insulating material, including bushings and similar devices.

NOTE 1 The term "frame" is defined in 9.7.2.

Where applicable, the metal foil is applied in such a way that the sealing compound, if any, is effectively tested.

The test in list item b) above is carried out after having connected all auxiliary circuits to the frame.

There shall be no disruptive discharge. If, however, only one such disruptive discharge occurs, ten additional impulses having the same polarity as that which caused the disruptive discharge are applied, the connections being the same as those with which the failure occurred.

No further disruptive discharge shall occur.

NOTE 2 The expression "disruptive discharge" is used to cover the phenomena associated with the failure of insulation under electric stress, which include a drop in the voltage and the flowing of current.

9.7.7.3 Verification of resistance of the insulation of open contacts against an impulse voltage (suitability for isolation)

The tests of this 9.7.7.3 are not preceded by the humidity treatment described in 9.7.1, according to Annex A.

The test impulse voltage values shall be chosen from Table 23, in accordance with the rated operational voltage of the installation for which the RCCB is intended to be used as given in Table 19. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out, according to Table 23.

The series of tests is carried out on an RCCB fixed on a metal support as in normal use and with the contact in open position.

The impulses are applied between the line terminals connected together and the load terminals connected together.

There shall be no disruptive discharges during the test.

9.8 Test of temperature-rise

9.8.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature shall be measured during the last quarter of the test period by means of at least two thermometers or thermocouples symmetrically distributed around the RCCB at about half its height and at a distance of about 1 m from the RCCB.

The thermometers or thermocouples shall be protected against draughts and radiant heat.

Care should be taken to avoid errors due to sudden temperature changes.

9.8.2 Test procedure

A current equal to I_n is passed simultaneously through all the poles of the RCCB for a period of time sufficient for the temperature-rise to reach the steady state value. In practice, this condition is reached when the variation of the temperature-rise does not exceed 1 K per hour.

For four-pole RCCBs, the test is first carried out by passing the specified current through the three-phase poles only.

The test is then repeated by passing the current through the pole intended for the connection of the neutral and the pole adjacent to the neutral.

With the agreement of the manufacturer, the test on four-pole devices may also be replaced by a single test with all poles in series including the N-pole.

During these tests, the temperature-rise shall not exceed the values shown in Table 28.

9.8.3 Measurement of the temperature of parts

The temperature of the different parts referred to in Table 28 shall be measured by means of fine wire thermocouples or by equivalent means at the nearest accessible position to the hottest spot.

Good heat conductivity between the thermocouple and the surface of the part under test shall be ensured.

9.8.4 Temperature-rise of a part

The temperature rise of a part is the difference between the temperature of this part measured in accordance with 9.8.3 and the ambient air temperature measured in accordance with 9.8.1.

9.9 Verification of the operating characteristics

IEC 61008-2-1:2024, 9.9 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9 applies.

9.10 Verification of mechanical and electrical endurance

9.10.1 General test conditions

The RCCB is fixed to a metal support.

The test is carried out at rated operational voltage, at a current adjusted to the rated current by means of resistors and reactors in series, connected to the load terminals.

If air-core reactors are used, a resistor taking approximately 0,6 % of the current through the reactors is connected in parallel with each reactor.

If iron-core reactors are used, the iron power losses of these reactors shall not appreciably influence the recovery voltage.

The current shall have a substantially sinusoidal waveform and the power factor shall be between 0,85 and 0,9.

The RCCB is connected to the circuit with conductors of the sizes indicated in Table 25.

9.10.2 Test procedure

RCCBs are subjected to 2 000 operating cycles, each operating cycle consisting of a closing operation followed by an opening operation.

The RCCB shall be operated as for normal use.

The opening operations shall be carried out as follows:

For RCCBs having $I_{\Delta n} > 0,010$ A:

- for the first 1 000 operating cycles by using the manual operating means;
- for the following 500 operating cycles by using the test device;
- for the last 500 operating cycles by passing through one pole a residual operating current of value $I_{\Delta n}$.

For RCCBs having $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A:

- for the first 500 operating cycles by using the manual operating means;
- for the following 750 operating cycles by using the test device;
- for the last 750 operating cycles by passing through one pole a residual operating current of value $I_{\Delta n}$.

In addition, the RCCB is further subjected without load, using the manual operating means, to:

- 2 000 operating cycles for RCCBs having $I_n \leq 25$ A;
- 1 000 operating cycles for RCCBs having $I_n > 25$ A.

The operating frequency shall be:

- four operating cycles per minute for RCCBs of $I_n \leq 25$ A, the ON period having a duration of 1,5 s to 2 s;
- two operating cycles per minute for RCCBs of $I_n > 25$ A, the ON period having a duration of 1,5 s to 2 s.

For RCCBs having multiple settings, the tests are carried out at the lowest setting.

9.10.3 Condition of the RCCB after test

Following the test of 9.10.2, the RCCB shall not show:

- undue wear;
- damage of the enclosure permitting access to live parts by the standard test finger;
- loosening of electrical or mechanical connections;
- seepage of the sealing compound, if any.

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3, the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

The RCCB shall then perform satisfactorily the dielectric strength test in 9.7.3 for 1 min but at a voltage of 900 V without previous humidity treatment.

9.11 Verification of the behaviour of the RCCB under short-circuit conditions

9.11.1 List of the short-circuit tests

The various tests to verify the behaviour of the RCCB under short-circuit conditions are shown in Table 35.

9.11.2 Short-circuit tests

9.11.2.1 General conditions for test

The conditions of 9.11.2 are applicable to any test intended to verify the behaviour of the RCCBs under short-circuit conditions.

The short circuit tests shall be performed at a convenient temperature within the range according to 7.1.

For RCCBs having multiple settings of residual operating current, the tests are carried out at the lowest setting.

a) Test circuit

Figure 5 and Figure 6 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a single-pole RCCB with two current paths;
- a two-pole RCCB;
- a three-pole RCCB;
- a three-pole RCCB with four current paths;
- a four-pole RCCB.

The supply S feeds a circuit including impedance Z, the SCPD (if any), the RCCB under test (D), and the additional impedance Z_1 and Z_2 , as applicable.

The values of the resistors and reactors of the test circuit shall be adjusted to satisfy the specified test conditions.

The reactors L should preferably be air-cored. They shall always be connected in series with the resistors R, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors; parallel connecting of reactors is possible when these reactors have practically the same time-constant.

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air-cored reactors are not representative of normal service conditions, the air-cored reactor in any phase shall be shunted by a resistor r taking approximately 0,6 % of the current through the reactor (see Figure 7). This resistor may be omitted if agreed by the manufacturer.

If iron-core reactors are used, the iron-core power losses of these reactors shall not exceed the losses that would be absorbed by the resistors connected in parallel with the air-cored reactors.

In each test circuit the impedance Z is inserted between the supply source S and the RCCB.

The SCPD, or the equivalent impedance (see 9.11.2.2 a) and 9.11.2.3 a)), is inserted between the impedance Z and the RCCB.

The additional impedance Z_1 , if used, shall be inserted on the load side of the RCCB.

For the tests of 9.11.2.4 a) and c), the RCCB shall be connected with cables (rigid or flexible) having a length of 0,75 m per pole and the maximum cross-section corresponding to the rated current according to the rigid conductor column of Table 24.

It is recommended that a cable of 0,5 m in length be connected on the supply side and a cable of 0,25 m in length be connected on the load side of the RCCB under test.

The diagram of the test circuit shall be given in the test report.

There shall be one and only one point of the test circuit which is directly earthed; this may be the short-circuit link of the test circuit or the neutral point of the supply or any other convenient point. The method of earthing shall be stated in the test report.

Z_2 , suitably calibrated, is an impedance used to obtain one of the following currents:

- a residual current of $10 I_{\Delta n}$;
- the rated residual making and breaking current $I_{\Delta m}$;
- the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

S_1 is an auxiliary switch.

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB as given in Table 36, tests shall be performed. The SCPD, if any, shall be adjusted and shall be embodied either by a silver wire or by a fuse (see example in Annex K) or by any other means. The manufacturer may specify the type of SCPD to be used in the tests.

For the purpose of this test, verification of the correctly selected and adjusted SCPD (I^2t and I_p) is made prior to testing, the RCCB being replaced by a temporary connection having a negligible impedance.

The minimum values of let-through energy I^2t and peak current I_p , based on an electrical angle of 45° , are given in Table 36.

Without an agreement of the manufacturer, these values shall not be higher than 1,1 times the values given in Table 36.

For intermediate values of short-circuit test currents the next higher short-circuit current shall apply.

The verification of the minimum I^2t and I_p values is not needed if the manufacturer has stated for the RCCBs values higher than the minimum ones in which case the stated values shall be verified.

For coordination with circuit-breakers, tests with this combination are necessary.

All the conductive parts of the RCCB normally earthed in service, including the metal support on which the RCCB is mounted or any metal enclosure (see 9.11.2.1 f)), shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially non-inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A.

This connection shall include a copper wire F of 0,1 mm diameter and not less than 50 mm in length for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor R_2 limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

The voltage sensors are connected:

- across the terminals of the pole, for single-pole RCCBs;
- across the supply terminals, for multipole RCCBs.

b) Tolerances on test quantities

All the tests concerning the verification of rated making and breaking capacity and of the correct coordination between RCCBs and SCPDs shall be performed at values of influencing quantities and factors as stated by the manufacturer in accordance with Table 47 of this document, unless otherwise specified.

The tests are considered as valid if the quantities as recorded in the test report are within the following tolerances for the specified values:

- current: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix} \%$
- frequency: $\pm 5 \%$
- power factor: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
- voltage: (including recovery voltage): $\pm 5 \%$

c) Power factor of the test circuit

The power factor of each phase of the test circuit shall be determined according to a method which shall be stated in the test report. Two examples are given in Annex E.

The power factor of a polyphase circuit is considered as the mean value of the power factor of each phase.

The power factor shall be in accordance with Table 29.

d) Power frequency recovery voltage

The value of the power frequency recovery voltage shall be equal to a value corresponding to 105 % of the rated operational voltage of the RCCB under test. The value of 105 % of the rated operational voltage is deemed to cover the effects of the variations of the system voltage under normal service conditions. The upper limit value may be increased with the approval of the manufacturer.

After each arc extinction, the power-frequency recovery voltage shall be maintained for not less than 0,1 s.

e) Calibration of the test circuit

The RCCB and the SCPD, if any, are replaced by temporary connections G_1 having a negligible impedance compared with that of the test circuit.

For the test of 9.11.2.4 a) the load terminals of the RCCB being short-circuited by means of the connections G_2 of negligible impedance, the impedance Z is adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current equal to the rated conditional short-circuit current at the prescribed power factor; the test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded with the current sensor.

Moreover, for the tests of 9.11.2.2, 9.11.2.3, 9.11.2.4 b) and c) the additional impedances Z_2 and/or Z_1 are used, as necessary, so as to obtain the required test current values (I_m , $I_{\Delta m}$ and $I_{\Delta c}$ respectively).

f) Condition of the RCCB for test

RCCBs shall be tested in free air according to 9.11.2.1 f) 1), unless they are designed for use only in enclosures specified by the manufacturer or are intended for use in individual enclosures only, in which cases they shall be tested according to 9.11.2.1 f) 2) or, with the agreement of the manufacturer, according to 9.11.2.1 f) 1).

NOTE An individual enclosure is an enclosure designed to accept one device only.

The RCCB shall be operated simulating as closely as possible the normal operation.

1) Test in free air

The RCCB under test is mounted as shown in Figure C.1 of Annex C.

The polyethylene sheet and the barrier of insulating material specified in Annex C are placed as shown in Figure C.1 for opening (O) operations only.

The grid(s) specified in Annex C shall be so positioned that the bulk of the emitted ionized gases passes through the grid(s). The grid(s) shall be placed in the most unfavourable position(s).

If the position of the vents is not obvious, or if there are no vents, appropriate information should be provided by the manufacturer. If no information is available, two grids, one above and one below the RCCB, shall be used.

The grid circuit(s) (see Figure C.3) shall be connected to the points B and C according to the test circuit diagrams of Figure 5 and Figure 6.

The resistor R' shall have a resistance of 1,5 Ω . The copper wire F' (see Figure C.3) shall have a length of 50 mm and a diameter of 0,12 mm for RCCBs having a rated operational voltage of 230 V and 0,16 mm for RCCBs having a rated operational voltage of 400 V.

For test currents up to and including 1 500 A, the distance "a" shall be 35 mm.

For higher short-circuit currents up to I_{nc} , the distance "a" may be increased and/or additional barriers or insulating means may be fitted, as stated by the manufacturer; "a", if increased, shall be chosen from the series 40 – 45 – 50 – 55 – mm and stated by the manufacturer.

2) Test in enclosures

The grid and the barrier of insulating material shown in Figure C.1 are omitted.

The test shall be performed with the RCCB placed in an enclosure having the most unfavourable configuration, under the most unfavourable conditions.

This means that if other RCCBs (or other devices) are normally fitted in the direction(s) in which the grid(s) would be placed, they should be installed there. These RCCBs (or other devices) should be supplied as in normal use but via F' and R' as defined in 9.11.2.1 f) 1) and connected as shown in Figure 5 and Figure 6.

In accordance with the manufacturer's instructions, barriers or other means, or adequate clearances can be necessary to prevent ionized gases from affecting the installation.

The polyethylene sheet as described in Annex C is placed as shown in Figure C.1 at a distance of 10 mm from the operating means, for O operations only.

g) Sequence of operations

The test procedure consists of a sequence of operations.

The following symbols are used for defining the sequence of operations:

- O represents an opening operation, the short-circuit being established by the making switch T, with the RCCB and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the RCCB, both the making switch T and the SCPD, if any, being in the closed position, followed by an automatic opening (in the case of an SCPD (see 9.11.2.4);
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be 3 min or such longer time as can be required for resetting or renewing the SCPD, if any.

h) Behaviour of the RCCB during tests

During tests, the RCCB shall not endanger the operator.

Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and exposed conductive parts, no melting of the fuse F and, if applicable, of the fuse F' .

i) Condition of the RCCB after tests

After each of the applicable tests carried out in accordance with 9.11.2.2, 9.11.2.3, 9.11.2.4 a), 9.11.2.4 b) and 9.11.2.4 c), the RCCBs shall show no damage impairing their further use and shall be capable, without maintenance, of withstanding the following tests:

- leakage current across open contacts (suitability for isolation), by applying separately on each pole of the RCCB at a voltage equal to 1,1 times its rated operational voltage, the RCCB being in the open position. The leakage current flowing across the open contacts of each pole is measured after stabilization and shall not exceed 2 mA;
- dielectric strength tests according to 9.7.3 carried out between 2 h and 24 h after the short-circuit test at a voltage of twice its rated operational voltage, for 1 min, without previous humidity treatment;
- making and breaking one time its rated current at its rated operational voltage.

During these tests, after the test carried out under the conditions specified in item a) of 9.7.2, it shall be verified that the indicating means show the open position and during the test carried out under the condition specified in item b) of 9.7.2 the indicating means shall show the closed position.

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

The polyethylene sheet shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

j) Interpretation of records

1) Determination of the applied and power-frequency recovery voltages

The applied and power frequency recovery voltages are determined from the record corresponding to the break test made with the RCCB under test. The applied voltage is evaluated as indicated in Figure 23.

The voltage on the supply side shall be measured during the first cycle after arc extinction in all poles and after high frequency phenomena have subsided.

2) Determination of the prospective short-circuit current

The AC component of the prospective current is taken as being equal to the RMS value of the AC component of the calibration current (value corresponding to A_2 of Figure 23).

Where applicable, the prospective short-circuit current shall be the average of the prospective currents in all the phases.

9.11.2.2 Verification of the rated making and breaking capacity (I_m)

This test is intended to verify the ability of the RCCB to make, to carry for a specified time and to break short-circuit currents, while a residual current causes the RCCB to operate.

a) Test conditions

The RCCB is tested in a circuit according to the general test conditions specified in 9.11.2.1, no SCPD being inserted in the circuit.

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RCCB and by connections having approximately the impedance of the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains closed.

b) Test procedure

With a residual operating current equal to $10 I_{\Delta n}$ flowing through the switch S_1 and the impedance Z_2 , the following sequence of operation is performed:

CO – t – CO – t – CO.

9.11.2.3 Verification of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$) of RCCBs and their suitability for use in IT systems

This test is intended to verify the ability of the RCCB to make, to carry for a specified time and to break residual short-circuit currents.

a) Test conditions

The RCCB shall be tested according to the general test conditions specified in 9.11.2.1, no SCPD being inserted in the circuit, but connected in such a manner that the short-circuit current is a residual current.

For this test, the impedances Z_1 are not used, the circuit being left open.

The current paths which do not have to carry the residual short-circuit current are connected to the supply voltage at their line terminals.

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RCCB and by connections having approximately the impedance of the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains closed.

The test is performed on each pole in turn excluding the switched neutral pole, if any.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

$O - t - CO - t - CO$

For the breaking operation the making switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $45^\circ \pm 5^\circ$. The same pole shall be used as reference for the purpose of synchronization for the different samples.

c) Verification of the suitability in IT systems

This test is repeated on new samples:

- at a voltage 105 % of the rated phase to phase voltage value for the phase poles and at a voltage of 105 % of U_0 for the pole marked N if any;
- and, according to 5.3.11, with a current of 500 A or $10 I_n$ whichever is the greater.

Each pole is subjected individually to a test in a circuit the connections of which are shown in Figure 6.

The test sequence being $O - t - CO$.

RCCBs with uninterrupted neutral are not subjected to this test.

For the O operation on the first tested pole, the making switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the circuit is closed on the point 0° on the wave for this operation.

For the following O operations, on the other poles to be tested, this point is shifted each time by 30° with respect to the point on wave of the previous test, with a tolerance of $\pm 5^\circ$.

9.11.2.4 Verification of the coordination between the RCCB and the SCPD

These tests are intended to verify that the RCCB, protected by the SCPD, is able to withstand, without damage, short-circuit currents up to its rated conditional short-circuit current.

The short-circuit current is interrupted by the association of the RCCB and the SCPD.

During the test either both the RCCB and the SCPD or the SCPD only may operate. However, if only the RCCB opens, the test is also considered as satisfactory.

The SCPD is renewed or reset as applicable after each operation.

The following tests are carried out under the general conditions of 9.11.2.1:

- a test (see 9.11.2.4 a)) to check that at the rated conditional short-circuit current I_{nc} the SCPD protects the RCCB. The test is carried out without establishing any residual current;
- a test (see 9.11.2.4 b)) to check that at short-circuit currents of a value corresponding to the rated making and breaking capacity I_m , the SCPD operates and protects the RCCB. The test is carried out without establishing any residual current;
- a test (see 9.11.2.4 c)) to check that in the case of phase to earth short-circuits with currents up to the value of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$, the RCCB is able to withstand the corresponding stresses.

For the breaking operations, the making switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation of one pole is $45^\circ \pm 5^\circ$. The same pole shall be used as reference for the purpose of synchronization for the different samples.

a) Verification of the coordination at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RCCB and by the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains open: no residual current is established.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO

b) Verification of the coordination at the rated making and breaking capacity (I_m)

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RCCB and by the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains open: no residual current is established.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

c) Verification of the coordination at rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

1) Test conditions

The RCCB shall be tested according to the general test conditions specified in 9.11.2.1 but connected in such a manner that the short-circuit current is a residual current.

The test is performed on one pole only which shall not be the switched neutral of the RCCB.

The current paths which are not required to carry the residual short-circuit current are connected to the supply voltage at their supply terminals.

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RCCB and by the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains closed.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.12 Verification of resistance to mechanical shock and impact

9.12.1 Mechanical shock

9.12.1.1 Test apparatus

The RCCB is subjected to mechanical shocks using an apparatus as shown in Figure 8. A wooden base A is fixed to a concrete block or equivalent fixing means and a wooden platform B is hinged to A. This platform carries a wooden board C, which can be fixed at various distances from the hinge and in two vertical positions. The end of B bears a metal stop-plate D which rests on coiled spring(s) having a total flexion constant of 25 N/mm ($\pm 20\%$).

The RCCB is secured to C in such a way that the distance of the horizontal axis of the sample is 180 mm from B, C being in turn so fixed that the distance of the mounting surface is 200 mm from the hinge, as shown in Figure 8. The general tolerance for dimensions given in Figure 8 is ± 2 mm.

On C, opposite to the mounting surface of the RCCB, an additional mass is fixed so that the static force on D is 25 N (0 %, +10 %), in order to ensure that the moment of inertia of the complete system is substantially constant.

9.12.1.2 Test procedure

With the RCCB in the closed position, but not connected to any electrical source, the platform is lifted at its free end and then allowed to fall 50 times from a height of 40 mm, the interval between consecutive falls being such that the sample is allowed to come to rest.

The RCCB is then secured to the opposite side of C, and B is again allowed to fall 50 times as before.

After this test, C is turned through 90° about its vertical axis and, if necessary, repositioned so that the vertical axis of symmetry of the RCCB is 200 mm from the hinge.

The platform B is then allowed to fall 50 times, as before, with the RCCB on one side of C, and 50 times with the RCCB on the opposite side.

Before each change of position, the RCCB is manually opened and closed.

During the tests, the RCCB shall not open.

9.12.2 Mechanical impact

9.12.2.1 General

Compliance is checked on those exposed parts of the RCCB mounted as for normal use (see note in 8.2), which may be subjected to mechanical impact in normal use, by the test of 9.12.2.2, for all types of RCCB and, in addition, by the tests of 9.12.2.3 for RCCBs intended to be mounted on a rail;

NOTE RCCBs intended to be totally enclosed only are not submitted to this test.

9.12.2.2 Test for all RCCBs

The samples are subjected to blows by means of an impact-test apparatus as shown in Figure 9, Figure 10 and Figure 11.

The head of the striking element has a hemispherical face of radius 10 mm and is of polyamide having a Rockwell hardness of HR 100. The striking element has a mass of $150\text{ g} \pm 1\text{ g}$ and 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 is pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

The axis of the pivot is $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ 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 apply:

- diameter of the ball: $12,7\text{ mm} \pm 0,0025\text{ mm}$;
- initial load: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$;
- overload: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

NOTE 1 Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ISO 2039-2 or ASTM D 785.

The design of the test apparatus is such that a force of between 1,9 N and 2,0 N has to be applied to the face of the striking element to maintain the tube in the horizontal position.

Surface-type RCCBs are mounted on a sheet of plywood, $175\text{ mm} \times 175\text{ mm}$, 8 mm thick, secured at its top and bottom edges to a rigid bracket, which is part of the mounting support, as shown in Figure 11.

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. The frame is fixed to a solid wall.

Flush-type RCCBs are mounted in a test device, as shown in Figure 12, which is fixed to the mounting support.

Panel mounting-type RCCBs are mounted in a test device, as shown in Figure 13, which is fixed to the mounting support.

Plug-in type RCCBs are mounted in their appropriate sockets, which are fixed on the sheet of plywood or in the test devices according to Figure 12 or Figure 13, as applicable.

RCCBs for rail mounting are mounted on their appropriate rail which is rigidly fixed to the mounting support.

The design of the test apparatus is 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 RCCB, with its covers, if any, is mounted as in normal use on the plywood or in the appropriate test device, as applicable, so that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot of the pendulum.

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

Before applying the blows, fixing screws of bases, covers and the like are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 26.

The striking element is allowed to fall from a height of 10 cm on the surfaces which are exposed when the RCCB is mounted as for normal use.

The height of fall is 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 is 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.

NOTE 2 Theoretically, the centre of gravity of the striking element is the checking point. As the centre of gravity is difficult to determine, the checking point is chosen as specified above.

Each RCCB is subjected to 10 blows, two of them being applied to the operating means and the remainder being evenly distributed over the parts of the sample likely to be subjected to impact.

The blows are not applied to knock-out areas or to any openings covered by a transparent material.

In general, one blow is applied on each lateral side of the sample after it has been turned as far as possible, but not through more than 60°, about a vertical axis, and two blows each approximately midway between the side blow on a lateral side and the blows on the operating means.

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.

If cable entries or knock-outs are provided, the sample is so mounted that the two lines of blows are as nearly as possible equidistant from these entries.

The two blows on the operating means shall be applied: one when the operating means is in the ON position and the other when the operating means is in the OFF position.

After the test, the samples shall show no damage within the meaning of this document. In particular, covers which, when broken, make live parts accessible or impair the further use of the RCCB, operating means, linings or barriers of insulating material and the like, shall not show such a damage.

In the 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, small dents which do not reduce the creepage distances or clearances below the values specified in 8.1.3 as well as small chips which do not adversely affect the protection against electric shock are disregarded.

When testing RCCBs designed for screw fixing as well as for rail mounting, the test is carried out on two sets of RCCBs, one of them being fixed by means of screws and the other being mounted on a rail.

9.12.2.3 Test for RCCBs intended to be mounted on a rail

RCCBs designed to be mounted on a rail are mounted as for normal use on a rail rigidly fixed on a vertical rigid wall, but without cables being connected and without any cover or cover plate.

A downward vertical force of 50 N is applied in one smooth and continuous motion for 1 min on the forward surface of the RCCB, immediately followed by an upward vertical force of 50 N for 1 min (Figure 14).

During this test, the RCCB shall not become loose and, after the test, the RCCB shall show no damage impairing its further use.

9.13 Test of resistance to heat

9.13.1 Test on complete RCCB

The samples, without removable covers, if any, are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$; removable covers, if any, are kept for 1 h in the heating cabinet at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

During the test, the samples shall not undergo any change impairing their further use and the sealing compound, if any, shall not flow to such an extent that live parts are exposed.

After the test and after the samples have been allowed to cool down to approximately room temperature, there shall be no access to live parts which are normally non-accessible when the samples are mounted as for normal use, even if the standard test finger is applied with a force not exceeding 5 N.

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

After the test, markings shall still be legible.

Discoloration, blisters or a slight displacement of the sealing compound are disregarded, provided that safety is not impaired within the meaning of this document.

9.13.2 Ball pressure test

External parts of RCCBs made of insulating material are subjected to a ball pressure test by means of the apparatus shown in Figure 15.

The part to be tested, prepared according to 9.13.2 a), is placed on a steel support with the appropriate surface in the horizontal position and tested in a heating cabinet. A steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The tests are not carried out on parts of ceramic material.

If two or more of the insulating parts are made of the same material, the test is carried out only on one of these parts.

External parts of RCCBs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts, or parts serving as a protective conductor, are tested at a temperature of $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ as described in 9.13.2 b).

All other external parts of the RCCB are tested at a temperature of $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ or at a temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus the highest temperature-rise determined for the relevant part during the test of 9.8, whichever is the higher.

For the purpose of the tests of 9.13.2, bases of surface-type RCCBs are considered as external parts.

a) Test specimen

A test specimen is cut from the end product in such a way that a piece at least 2,5 mm thick with approximately parallel upper and lower surfaces is obtained. If necessary, the thickness may be obtained by stacking two or more sections so long as there is no noticeable movement between the surfaces prior testing. If it is not possible to cut a test specimen with parallel surfaces, it is recommended to support the area of the test specimen directly under the pressure ball. The test specimen shall be at least 10 mm in length and 10 mm in width or a circle with a diameter of at least 10 mm.

If it is impracticable to use a test specimen from the end product, then a plaque of identical material may be used. The dimensions of the planar sections of the test specimens shall be at least 10 mm in length and 10 mm in width, or a circle with a diameter of at least 10 mm and shall be provided in a thickness of $3,0 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$.

The test specimen shall be stored for at least 24 h in an atmosphere having a temperature between $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $35 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity between 45 % and 75 %.

b) Setup and test procedure

The tolerance for the steel ball diameter shall not exceed $\pm 1 \%$ to ensure comparable results.

The specimen support shall be a metal block of steel, with a diameter at least $\geq 50 \text{ mm}$ and a height of $\geq 100 \text{ mm}$.

The test shall be conducted in air, in a heating cabinet at the specified temperature (within a tolerance of $\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) measured within 50 mm of the approximate centre of the test specimen.

Before introducing the test specimen, the test apparatus and the test specimen support shall be maintained in the heating cabinet at the required test temperature for 24 h or until equilibrium conditions are reached, whichever occurs sooner. The latter condition may be verified by means of a thermocouple inserted in the test specimen support.

NOTE It has been found useful to mount a separate thermocouple in the centre of the test specimen support approximately 3 mm below the surface to check that the temperature of the test specimen support does not significantly deviate from the test temperature.

When thermal equilibrium conditions are reached, the test specimen is placed on the approximate centre of the support so that its upper surface is horizontal. The pressure ball is then gently lowered on to the approximate centre of the test specimen so as not to move other than in a downward direction.

The installation of the test specimen shall be performed in a time as short as practicable, but not exceeding 30 s. The test chamber shall return to the specified temperature ($\pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) within 5 min and without any temperature overshoot exceeding $+5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

After the ball pressure apparatus has been applied for $60 \pm 2/0$ minutes, the test specimen shall be removed and cooled down by immersion, within 10 s, in ambient air temperature water ($20 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5 \text{ }^{\circ}\text{C}$) for $6 \text{ min} \pm 2 \text{ min}$.

After removal from the water, the diameter of the indentation caused by the pressure ball shall be measured.

The dimension to be considered shall be the largest distance that can be measured across the indentation from one clearly defined edge of the indentation to another.

The dimension shall exclude any upward deformation and shall not exceed 2,0 mm.

9.14 Test of resistance to abnormal heat and to fire

The glow-wire test is performed on a complete RCCB in accordance with IEC 60695-2-10 under the following conditions:

- for external parts of RCCBs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts serving as a protective conductor, by the test carried out at a temperature of $960 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15 \text{ }^{\circ}\text{C}$;
- for all other external parts made of insulating material, by the test carried out at a temperature of $650 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

For the purpose of this test, bases of surface-type RCCBs are considered as external parts.

Small parts, where each surface lies completely within a circle of 15 mm diameter, or where any part of the surface lies outside a 15 mm diameter circle and it is not possible to fit a circle of 8 mm diameter on any of the surfaces, are not subjected to the test of this Subclause 9.14 (see Figure 27 for diagrammatic representation).

If insulating parts within the above groups are made of the same material, the test is carried out only on one of these parts, according to the appropriate glow-wire test temperature.

The test is not carried out on parts of ceramic material.

The glow-wire test is applied to ensure that an electrically heated test wire under defined test conditions does not cause ignition of insulating parts or to ensure that a part of the insulating material, which might be ignited by the heated test wire under defined conditions, has a limited time to burn without spreading fire by flame or burning parts or droplets falling from the tested part.

The test is carried out on three samples, points of application of glow-wire test being different from one sample to another one.

The glow-wire cannot be applied directly to the terminal area or to the arc chamber or magnetic tripping device area, where the glow-wire cannot protrude far through the outer surface before touching either relatively big metal parts or even ceramics, which will cool down the glow-wire quickly and in addition limit the amount of insulating material ever coming into contact with the glow-wire. In this situation, the parts ensure minimum severity of the test by cooling down the glow-wire and limiting access to the insulating material under test.

The sample shall be positioned during the test in the most unfavourable position of its intended use (with the surface tested in a vertical position).

If an internal part of insulation material influences the test with a negative result, it is permitted to remove the relevant identified internal part(s) of insulation material from a new sample. Then, the glow-wire test shall be repeated at the same place on this new sample.

The sample is regarded as having passed the glow-wire test if:

- either there is no visible flame and no sustained glowing;
- or flames and glowing on the sample extinguish themselves within 30 s after the removal of the glow-wire.

There shall be no ignition of the tissue paper or scorching of the pine wood board.

9.15 Verification of the trip-free mechanism

IEC 61008-2-1:2024, 9.15 or IEC 61008-2-2:2024, 9.15 applies in accordance with classification in 4.1.

9.16 Verification of the operation of the test device at the limits of rated operational voltage

The operation of the test device at the limits of rated operational voltage is verified as follows:

- a) the RCCB being supplied with a voltage equal to 0,85 times the rated operational voltage, the test device is momentarily actuated 25 times at intervals of 5 s, the RCCB being reclosed before each operation.
- b) test a) is then repeated at 1,1 times the rated operational voltage.

- c) test b) is then repeated, but only once, the operating means of the test device being held in the closed position for 30 s.

For each test, the RCCB shall operate. After the test, the sample shall show no change impairing its further use.

In order to check that the number of ampere-turns due to the actuation of the test device is less than 2,5 times the ampere-turns produced by a residual current equal to $I_{\Delta n}$ at the rated operational voltage, the impedance of the circuit of the test device is measured and the test current is calculated, taking into account the configuration of the circuit of the test device.

If, for such verifications, the dismantling of the RCCB is necessary, a separate sample shall be used.

NOTE The verification of the endurance of the test device is considered as being covered by the tests of 9.10.

9.17 Void

9.18 Verification of the behaviour of RCCBs in the event of overcurrent in the main circuit

The RCCB is connected as for normal use with a resistance adjusted such that a current equal to $6 I_n$ flows in two current paths of the RCCB.

A single-phase load is switched on using a test switch and then switched off after 1 s.

For RCCBs with two-current path, the test is repeated three times, the interval between two successive closing operations being at least 1 min.

For three-pole and four-pole RCCBs, the test is repeated three times for each possible combination of the current paths, the interval between two successive closing operations being at least 1 min.

The RCCB shall not open.

For RCCBs having multiple settings, the test is carried out at the lowest setting.

9.19 Verification of the behaviour of RCCBs in the event of current surges caused by impulse voltages

9.19.1 Current surge test for all RCCBs (0,5 μ s/100 kHz ring wave test)

The RCCB is tested using a surge generator capable of delivering a damped oscillator current wave as shown in Figure 16. An example of a circuit diagram for the connection of the RCCB is shown in Figure 17.

One pole of the RCCB, chosen at random, shall be submitted to 10 applications of the surge current. The polarity of the surge wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications shall be about 30 s.

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted using an additional RCCB of the same type with the same I_n and the same $I_{\Delta n}$, to meet the following requirements:

- peak value: $200 \text{ A }^{+10}_0 \%$
or $25 \text{ A }^{+10}_0 \%$ for RCCBs with $I_{\Delta n} \leq 10 \text{ mA}$
- virtual front time: $0,5 \mu\text{s} \pm 30 \%$

- period of the following oscillatory wave: $10 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- each successive reverse peak: about 60 % of the preceding peak

During the tests, the RCCB shall not trip.

After the test, under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $I_{\Delta n}$. Only one test is carried out, the break time shall comply with Table 11.

9.19.2 Verification of the behaviour at surge currents up to 3 000 A (8/20 μs surge current test)

9.19.2.1 Test conditions

The RCCB is tested using a current generator capable of delivering a damped surge current 8/20 μs in accordance with IEC 60060-2 as shown in Figure 18. An example of a circuit diagram for the connection of the RCCB is shown in Figure 19.

One pole of the RCCB, chosen at random, shall be submitted to 10 applications of the surge current. The polarity of the surge current wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications shall be about 30 s.

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted using an additional RCCB of the same type with the same I_n and the same $I_{\Delta n}$ to meet the following requirements:

- peak value: $3\,000 \text{ A} \pm 10 \%$
- virtual front time: $8 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- virtual time to half value: $20 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- peak of reverse current: less than 30 % of peak value

The current should be adjusted to the asymptotic current shape. For the tests on other samples of the same type with the same I_n and the same $I_{\Delta n}$, the reverse current, if any, should not exceed 30 % of the peak value.

9.19.2.2 Test results for S type RCCBs

During the tests, the RCCB shall not trip.

After the test, under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $I_{\Delta n}$. Only one test is carried out, the break time shall comply with Table 11.

9.19.2.3 Test results for RCCBs of the general type

During the tests, the RCCB may trip. After any tripping, the RCCB shall be re-closed.

After the test, under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $I_{\Delta n}$. Only one test is carried out, the break time shall comply with Table 11.

9.20 Verification of reliability

9.20.1 Climatic test

9.20.1.1 Testing chamber

The test is based on IEC 60068-2-30 taking into account IEC 60068-3-4.

The chamber shall be constructed as stated in Clause 4 of IEC 60068-2-30:2005. Condensed water shall be continuously drained from the chamber and not used again until it has been repurified. Only distilled water shall be used for the maintenance of chamber humidity.

Before entering the chamber, the distilled water shall have a resistivity of not less than 500 Ωm and a pH value of $7,0 \pm 1,0$. During the test, the resistivity should be not less than 100 Ωm and the pH value should remain within $7,0 \pm 1,0$.

9.20.1.2 Severity

The cycles are effected under the following conditions:

- upper temperature: $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- number of cycles: 28.

9.20.1.3 Test procedure

For RCCBs having multiple settings, the tests shall be carried out at the lowest setting.

The test procedure shall be in accordance with Clause 4 of IEC 60068-2-30:2005 and with IEC 60068-3-4:2001.

a) Initial verification

An initial verification is carried out by submitting the RCCB to the test according to IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 1) or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 1) (as relevant), but only at $I_{\Delta n}$.

b) Conditioning

- 1) The RCCBs mounted and wired as for normal use are introduced into the chamber.
- 2) Stabilizing period (see Figure 20)

The temperature of the RCCB shall be stabilized at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$:

- i) either by placing the RCCB in a separate chamber before introducing it into the test chamber;
- ii) or by adjusting the temperature of the test chamber to $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ after the introduction of the RCCB and maintaining it at this level until temperature stability is attained.

During the stabilization of temperature by either method, the relative humidity shall be within the limits prescribed for standard atmospheric conditions for testing (see Table 47).

During the final hour of the test, with the RCCB in the test chamber, the relative humidity shall be increased to not less than 95 % at an ambient air temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3) Description of the 24 h cycle (see Figure 21)

- i) The temperature of the chamber shall be progressively raised to the appropriate upper temperature specified in 9.20.1.2.

The upper temperature shall be achieved in a period of $3\text{ h} \pm 30\text{ min}$ and at a rate within the limits defined by the shaded area in Figure 21.

During this period, the relative humidity shall not be less than 95 %. Condensation shall occur on the RCCB during this period.

The condition that condensation occurs implies that the surface temperature of the RCCB is below the dew point of the atmosphere. This means that the relative humidity is higher than 95 % if the thermal time-constant is low. Care should be taken so that no drops of condensed water can fall on the sample.

- ii) The temperature shall then be maintained at a substantially constant value within the specified limits of $\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, for the upper temperature, for 12 h with a tolerance of $\pm 30\text{ min}$ from the beginning of the cycle.

During this period, the relative humidity shall be $93\% \pm 3\%$ except for the first and the last 15 min when it shall be between 90 % and 100 %.

Condensation shall not occur on the RCCB during the last 15 min.

- iii) The temperature shall then fall to $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ within 3 h to 6 h. The rate of fall for the first 1 h 30 min shall be such that, if maintained as indicated in Figure 21, it would result in a temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ being attained in $3\text{ h} \pm 15\text{ min}$.

During the temperature fall period, the relative humidity shall be not less than 95 %, except for the first 15 min when it shall be not less than 90 %.

- iv) The temperature shall then be maintained at $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ with a relative humidity not less than 95 % until the 24 h cycle is completed.

During the 28 cycles, the RCCB shall remain in the closed position.

9.20.1.4 Recovery

At the end of the cycles, the door of the test chamber shall be opened, and the temperature regulation and humidity regulation are stopped.

A period of 4 h to 6 h shall then elapse to permit the ambient conditions (temperature and humidity) to be re-established.

The RCCB shall not be removed from the test chamber and shall remain in the closed position before the final verification is carried out.

9.20.1.5 Final verification

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as relevant), the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out, without measurement of the break time.

9.20.2 Test with temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

For RCCBs having multiple settings, the tests shall be carried out at the lowest setting.

The RCCB is mounted as for normal use on a dull black painted plywood wall, about 20 mm thick.

For each pole, a conductor, as specified in 9.2, is connected to each terminal of the RCCB. The assembly is placed in a heating cabinet.

The RCCB is loaded with a current equal to the rated current and is subjected, at an ambient air temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, to 28 cycles, each cycle comprising 21 h with current passing and 3 h without current. The current is interrupted by an auxiliary switch, the RCCB being not operated.

For four-pole RCCBs, only three poles are loaded.

At the end of the last period of 21 h with current passing, the temperature rise of the terminals is determined by means of fine wire thermocouples; this temperature rise shall not exceed 65 K.

After this test the RCCB in the cabinet is allowed to cool down to approximately room temperature without current passing.

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as applicable), the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

9.21 Verification of withstand against ageing

The RCCB is placed for a period of 168 h in an ambient air temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and loaded with the rated current.

For four-pole RCCBs, only three poles are loaded.

After this test, the RCCB in the cabinet is allowed to cool down to approximately room temperature without current passing. The electronic parts shall show no damage.

Under the conditions of IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3 (as applicable), the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

9.22 Electromagnetic compatibility (EMC)

IEC 61008-2-1:2024, 9.22 or IEC 61008-2-2:2024, 9.22, as relevant, applies according to classification 4.1.

9.23 Test of resistance to rusting

All grease is removed from the parts to be tested by immersion in a cold chemical degreaser, such as methyl-chloroform or refined petrol, for 10 min. The parts are then immersed for 10 min in a 10 % solution of ammonium chloride in water at a temperature of $(20 \pm 5)\text{ °C}$.

Without drying, but after shaking off any drops, the parts are placed for 10 min in a box containing air saturated with moisture at a temperature of $(20 \pm 5)\text{ °C}$.

After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5)\text{ °C}$, their surfaces shall show no signs of rust.

NOTE Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are 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 are only subjected to the test if there is a doubt as to the effectiveness of the grease film, and in such a case the test is carried out without previous removal of the grease.

9.24 Verification of the behaviour of the RCCB under temporary overvoltage (TOV) conditions

9.24.1 General

The source of the test voltage shall be capable of supplying a short-circuit current of at least 0,2 A, but not exceeding 1 A.

The test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and a frequency between 45 Hz and 65 Hz.

The voltage is applied to the supply terminals. However, if the supply side is not indicated, two samples are tested on one side; a third sample is tested on the opposite side.

Verification is carried out according to the tests of 9.24.2 and 9.24.3.

After the test, the RCCB shall be verified according to 9.24.4.

9.24.2 TOV test for all RCCBs

This test does not apply to three-pole RCCB.

The RCCB being in the closed position, a voltage of $\sqrt{3} \times U_n$ is applied for 1 h between neutral and one pole, a different pole being tested per sample.

During the test, the RCCB can trip automatically; if this occurs, the test is ended. No flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test, under the conditions of IEC 61008-2-1, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2, 9.9.1.2.3, as relevant, the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

9.24.3 Additional tests for RCCBs with a terminal intended to be connected to the PE

The tests of this Subclause 9.24.3 are not applicable for single-pole RCCB with two current paths and for three-pole RCCB with four current paths.

During the test, the RCCB can trip automatically; if this occurs, the test is ended. No flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

The RCCB is supplied as for normal use and being in the closed position, an additional voltage is applied between earth and all poles including neutral, if any, at the following voltage values:

- a) $U_{TOV} = 1\,200\text{ V AC}$ is applied for 5 s according to Figure 24;
- b) $U_{TOV} = 250\text{ V AC}$ is applied for 1 h according to Figure 24.

Immediately after tests of 9.24.3 b), under the conditions of IEC 61008-2-1, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2, 9.9.1.2.3, as relevant, the RCCB shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is carried out without measurement of the break time.

9.24.4 Verification after the tests

After the tests, the RCCB is then supplied at rated operational voltage and closed. The RCCB is then opened with the test device and the RCCB shall show no visible damage.

Table 1 – Marking

	Marking or information item	Position of the marking or information		
		Visible on product when installed	On the product	In the product information
A	manufacturer's name or trade mark		X	
B	type designation, catalogue number or serial number		X	
C	rated operational voltage(s)		X	
D ^a	rated current	X		
E	rated frequency according to the preferred values of 5.3.5 rated frequency different from the preferred values of 5.3.5		X	X
F	rated residual operating current	X		
G	settings of residual operating current for RCCBs with multiple residual operating currents	X		
H	rated making and breaking capacity for RCCB			X
I	void			
J ^b	rated residual making and breaking capacity		X	
K	degree of protection (only if different from IP 20)			X
L	position of use, if necessary		X	
M	letter symbol  (S in a square) for type S devices	X		
N	marking according to classification of 4.1			X
O	operating means of the test device, by the letter T	X		
P ^d	wiring diagram unless the connection is evident		X	
Q ^{c, e}	operating characteristic in presence of residual currents with DC components	X		
R	value for U_x (if any) for devices according to 4.1.5 and 4.1.6		X	
S	reference to the product standard (IEC 61008-2-1 or IEC 61008-2-2)		X	
T	void			
U	If it is necessary to distinguish between the supply and the load terminals, they shall be clearly marked (e.g. by the words "line" and "load" placed near the corresponding terminals or by arrows indicating the direction of power flow)		X	
V	terminals specifically intended for the connection of the neutral shall be indicated by the symbol N		X	
W	Terminals intended for the FE shall be marked with the symbol (IEC 60417-5018:2011-07) 		X	
^a Void ^b To be marked if different from the rated making and breaking capacity ^c One of the following markings apply: – RCCBs of type AC with the symbol (IEC 60417-6148:2012-01)  – RCCBs of type A with the symbol (IEC 60417-6149:2012-01)  ^d This information may be on the inside of any cover which has to be removed in order to connect the supply wires ^e It is not necessary for the symbol for Type AC to be visible after installation, but it shall be marked on the product				

Table 2 – Void

Table 3 – Void

Table 4 – Void

Table 5 – Void

Table 6 – Void

Table 7 – Void

Table 8 – Void

Table 9 – Void

Table 10 – Void

Table 11 – Standard limit values of break time and non-actuating time for alternating residual currents (RMS values) for type AC and A

			Standard limit values of break time and non-actuating time (s) for type AC and A in the event of alternating residual currents (RMS values)						
Type	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$ or $0,25 \text{ A}^a$	$5 \text{ A} -$ 200 A^b	500 A	
General	any	$\leq 0,03$	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	Maximum break times
		$> 0,03$	0,3	0,15	0,04		0,04	0,04	
S	≥ 25	$> 0,03$	0,5	0,2	0,15		0,15	0,15	Minimum non- actuating times
		$> 0,03$	0,13	0,06	0,05		0,04	0,04	

^a Value for this test to be decided by the manufacturer.

^b The tests are only carried out during the verification of the correct operation according to IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.4 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.4 (as relevant).

Table 12 – Standard maximum values of break time for half-wave residual currents (RMS values) for type A

			Standard maximum values of break time for type A in the event of half-wave pulsating residual currents (RMS values) equal to							
Type	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}$	0,35 A	0,5 A	350 A
General	Any	$< 0,03$		0,3		0,15			0,04	0,04
		0,03	0,3		0,15			0,04		0,04
		$> 0,03$	0,3		0,15		0,04			0,04
S	≥ 25	$> 0,03$	0,5		0,2		0,15			0,15

Table 13 – Void**Table 14 – Tripping current limits**

Phase angle	Tripping current		
	Lower limit	Upper limit	
		$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

Table 15 – Void**Table 16 – Void****Table 17 – Void****Table 18 – Void****Table 19 – Rated impulse withstand voltage as a function of the nominal voltage of the installation**

Rated impulse withstand voltage U_{imp}	Nominal voltage of the installation	
	Three-phase systems	Single-phase system with mid-point earthed
kV	V	V
2,5 ^a		120/240 ^b
4 ^a	230/400	120/240, 240 ^c

NOTE 1 For test voltages to check the insulation, see Table 22.

NOTE 2 For test voltages to check the isolation distance across open contacts, see Table 23

^a The values 3 kV and 5 kV respectively are used for verifying the isolating distances across open contacts at the altitude of 2 000 m (see Table 20 and Table 23).

^b For installation practice in Japan.

^c For installation practice in North American countries.

Table 20 – Minimum clearances and creepage distances

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{e, f} mm											
				Group IIIa ^h (175 ≤ CTI < 400) ^d				Group II (400 ≤ CTI < 600) ^d				Group I (600 ≤ CTI) ^d			
	Rated operational voltage V			Working voltage ^e V											
	<i>U_{imp}</i>														
	2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description/ Item	120/ 240 120	120/ 240 240	230/ 400 230 400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400
1. Between live parts which are separated when the main contacts are in the open position ^{a, j}	2,0	4,0	4,0	1,2	2,0	4,0	4,0	0,9	2,0	4,0	4,0	0,6	2,0	4,0	4,0
2. Between live parts of different polarity ^{a, k}	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0
3. Between circuits supplied from different sources, one of which being PELV or SELV ^g	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{e, f} mm					
				Group IIIa ^h (175 ≤ CTI < 400) ^d		Group II (400 ≤ CTI < 600) ^d		Group I (600 ≤ CTI) ^d	
	Rated operational voltage V			Working voltage ^e V					
	<i>U_{imp}</i>								
	2,5 kV	4 kV	4 kV						
				Rated operational voltage V					
				120 / 240	230 / 400	120 / 240	230 / 400	120 / 240	230 / 400
4. Between live parts and – accessible surfaces of operating means – screws or other means for fixing covers which have to be removed when mounting the RCCB – surface on which the RCCB is mounted ^b – screws or other means for fixing the RCCB ^b – metal covers or boxes ^b – other accessible metal parts ^c – metal frames supporting flush-type RCCBs	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5	3,0

1) The values given for 400 V are also valid for 440 V.

2) The parts of the neutral path, if any, are considered to be live parts.

^a For auxiliary and control contacts, the values are given in IEC 62019.

^b The values shall be doubled if clearances and creepage distances between live parts of the device and the metallic screen or the surface on which the RCCB is mounted are not dependent on the design of the RCCB only.

^c Including a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible after installation for normal use. The foil is pushed into corners, grooves, etc., by means of a straight unjointed test finger according to 9.6 (test probe 11 of IEC 61032).

^d See IEC 60112.

^e Interpolation is allowed in determining creepage distances corresponding to voltage values intermediate to those listed as working voltage. When interpolating, linear interpolation shall be used and values shall be rounded to the same number of digits as the values taken from the tables. For determination of creepage distances, Annex B applies.

^f Creepage distances cannot be less than the associated clearances.

^g To cover all different voltages including ELV (see IEC 60364-4-41:2005, Clause 414) in an auxiliary contact.

^h For material group IIIb (100 ≤ CTI < 175) the values for material group IIIa multiplied by 1,6 apply.

ⁱ For working voltages up to and including 25 V, reference may be made to IEC 60664-1.

^j The clearance and creepage distances between the metal parts within the arc chamber may be less than 1 mm, provided that the sum of distances is greater than that specified in item 1 of this Table 20.

^k In general this also applies to clearances and creepage distances between live parts and any surfaces adjacent to the RCCB when installed. If any surfaces adjacent to the RCCB do not meet the clearance and creepage distance requirements, appropriate information shall be provided for installation. In this case at least half the required distances shall be provided.

Table 21 – Test voltage of auxiliary circuits

Rated voltage of auxiliary circuits (AC or DC) V		Test voltage V
Greater than	Up to and including	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

Table 22 – Test voltage for verification of rated impulse withstand voltage

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

Table 23 – Test voltage for verifying the suitability for isolation, with reference to the rated impulse withstand voltage of the RCCB and the altitude where the test is carried out

Nominal voltage of the installation V	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
Single-phase system with mid-point earthed 120/240 ^a	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0
Single-phase system 120/240 240 ^b	6,2	6,0	5,8	5,6	5,0
Three-phase systems 230/400	6,2	6,0	5,8	5,6	5,0

^a For installation practice in Japan.

^b For installation practice in North American countries.

Table 24 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals

Rated current ^a A		Range of nominal cross-section to be clamped ^b mm ²	
Greater than	Up to and including	Rigid (solid or stranded ^c) conductors	Flexible conductors
–	13	1 to 2,5	1 to 2,5
13	16	1 to 4	1 to 4
16	25	1,5 to 6	1,5 to 6
25	32	2,5 to 10	2,5 to 6
32	50	4 to 16	4 to 10
50	80	10 to 25	10 to 16
80	100	16 to 35	16 to 25
100	125	25 to 50	25 to 35

NOTE Information on AWG is given in Annex I.

^a A range of RCCBs having the same fundamental design and having the same design and construction of terminals; the terminals are fitted with copper conductors of the smallest cross-section for the minimum rated current and largest cross-section for the maximum rated current, as specified, solid and stranded, as applicable.

^b It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections from 1 mm² up to 6 mm² be designed to clamp solid conductors only.

^c Rigid stranded conductors shall be used for conductors having cross-sections from 1,5 mm² up to 50 mm² and shall be in compliance with Class 2 of IEC 60228, related to stranded conductors for single-core.

Table 25 – Test copper conductors corresponding to the rated currents

Rated current I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$	$32 < I_n \leq 50$	$50 < I_n \leq 63$	$63 < I_n \leq 80$	$80 < I_n \leq 100$	$100 < I_n \leq 125$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50

Table 26 – Screw thread diameters and applied torques

Nominal diameter of thread mm		Torque Nm		
Greater than	Up to and including	I	II	III
–	2,8	0,2	0,4	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0	2,0
5,3	6,0	1,2	2,5	3,0
6,0	8,0	2,5	3,5	6,0
8,0	10,0	–	4,0	10,0

Table 27 – Pulling forces

Cross-section of the conductor inserted in the terminal mm ²	1 up to and including 4	Above 4 up to and including 6	Above 6 up to and including 10	Above 10 up to and including 16	Above 16 up to and including 50
Pull N	50	60	80	90	100

Table 28 – Temperature-rise values

Parts ^{a, b}	Temperature-rise K
Terminals for external connections ^c	65
External parts liable to be touched during manual operation of the RCCB, including operating means of insulating material and metallic means for coupling insulated operating means of several poles	40
External metallic parts of operating means	25
Other external parts, including that face of the RCCB in direct contact with the mounting surface	60
^a No value is specified for the contact since the design of most RCCBs is such that a direct measurement of the temperature of those parts cannot be made without the risk of causing alterations or displacement of parts likely to affect the reproducibility of the tests. The test of reliability (see 9.20) is considered to be sufficient for checking indirectly the behaviour of the contacts with respect to undue temperature-rises in service.	
^b No value is specified for parts other than those listed, but no damage shall be caused to adjacent parts of insulating materials, and the operation of the RCCB shall not be impaired.	
^c For plug-in type RCCBs, the terminals of the base on which they are installed.	

Table 29 – Power factor ranges of the test circuit

Test current I_{cc}	Corresponding power factor range
A	
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 to 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 to 0,90
$3\,000 < I_{cc} \leq 4\,500$	0,75 to 0,80
$4\,500 < I_{cc} \leq 6\,000$	0,65 to 0,70
$6\,000 < I_{cc} \leq 10\,000$	0,45 to 0,50
$10\,000 < I_{cc} \leq 25\,000$	0,20 to 0,25

Table 30 – Withstand values and duration of temporary overvoltages

TOV		
Occurrence	Voltage	Duration
Between neutral and all other poles	$\sqrt{3} \times U_o$	1 h
Between earth and all poles including neutral, if any. ^{a, b}	$1\,200\text{ V} + U_o$	5 s
Between earth and all poles including neutral, if any. ^{a, b}	$250\text{ V} + U_o$	1 h
^a Only for RCCB with a terminal intended to be connected to the PE. ^b Not applicable for single-pole RCCB with two current paths and three-pole RCCB with four current paths.		

Table 31 – Void

Table 32 – Void

Table 33 – Void

Table 34 – Void

Table 35 – Tests to be made to verify the behaviour of RCCBs under short-circuit conditions

Verification of	Subclause
Rated making and breaking capacity I_m	9.11.2.2
Rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$	9.11.2.3
Coordination at rated conditional short-circuit current I_{nc}	9.11.2.4 a)
Coordination at rated making and breaking capacity I_m	9.11.2.4 b)
Coordination at rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$	9.11.2.4 c)

Table 36 – Minimum values of I^2t and I_p

I_{nc} and $I_{\Delta c}$ A		I_n A								
		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
500	I_p (kA)	0,45	0,47	0,5	0,57					
	I^2_t (kA ² s)	0,4	0,45	0,53	0,68					
1 000	I_p (kA)	0,65	0,75	0,9	1,18					
	I^2_t (kA ² s)	0,50	0,9	1,5	2,7					
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5	1,9	2,1			
	I^2_t (kA ² s)	1	1,5	2,4	4,1	9,75	22			
3 000	I_p (kA)	1,1	1,2	1,4	1,85	2,35	3,3	3,5	3,8	3,95
	I^2_t (kA ² s)	1,2	1,8	2,7	4,5	8,7	22,5	26	42	72,5
4 500	I_p (kA)	1,15	1,3	1,5	2,05	2,7	3,9	4,3	4,8	5,6
	I^2_t (kA ² s)	1,45	2,1	3,1	5,0	9,7	28	31	45	82,0
6 000	I_p (kA)	1,3	1,4	1,7	2,3	3	4,05	4,7	5,3	5,8
	I^2_t (kA ² s)	1,6	2,4	3,7	6,0	11,5	25	31	48	65,0
10 000	I_p (kA)	1,45	1,8	2,2	2,6	3,4	4,3	5,1	6	6,4
	I^2_t (kA ² s)	1,9	2,7	4	6,5	12	24	31	48	60,0

At the request of the manufacturer, higher values of I^2_t and I_p can be used.

Table 37 – Void

Table 38 – Void

Table 39 – Void

Table 40 – Void

Table 41 – Void

Table 42 – Void

Table 43 – Void

Table 44 – Void

Table 45 – Void

Table 46 – Standard values of rated operational voltage

RCCBs	Circuit supplying the RCCB	Rated operational voltage of RCCBs for use in systems 230 V or 230/400 V or 400 V V	Rated operational voltage of RCCBs for use in systems 120/240 V or 240 V V
Single-pole (with two current paths)	Single-phase (phase to earthed middle conductor or phase to neutral)	230	120
Two-pole	Single-phase (phase to neutral or phase to phase or phase to earthed middle conductor)	230	120
	Single-phase (phase to phase)	400	240
	Single-phase (phase to phase, three-wire)		120/240
	Three-phase 230/400 V-system phase to neutral (4-wires) or 230 V-system phase to phase (3-wires)	230	
Three-pole (with three or four current paths)	Three-phase (three-wire or four-wire) (400 V or 230/400 V or 240 V system)	400	240
Four-pole	Three-phase (four-wire) (230/400 V system)	400	

NOTE 1 The value of 230/400 V is the result of the evolution of 220/380 V and 240/415 V systems which has been completed in Europe and many other countries. However, 220/380 V and 240/415 V systems still exist.

NOTE 2 Wherever in this document there is a reference to 230 V or 400 V, they can be read as 220 V or 240 V, 380 V or 415 V, respectively.

NOTE 3 Wherever in this document there is a reference to 120 V or 120/240 V or 240 V, they can be read as 100 V or 100/200 V or 200 V, respectively.

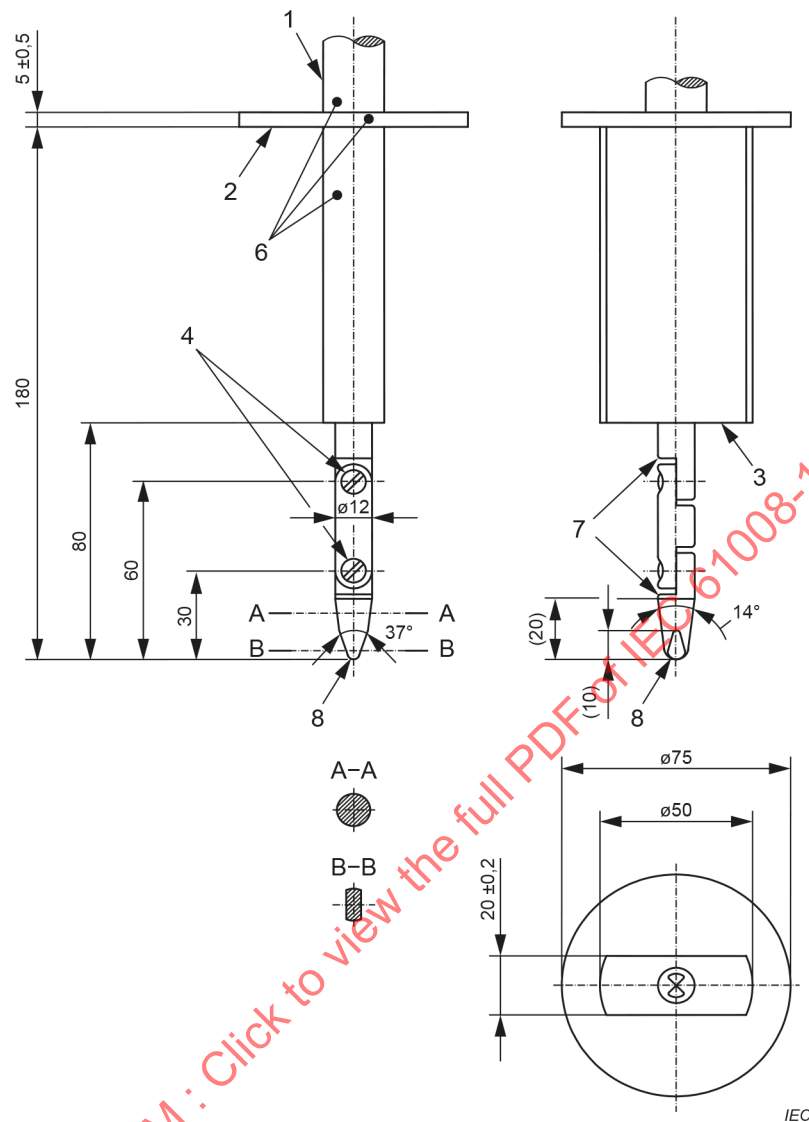
NOTE 4 Wherever in this document there is a reference to 240 V three phases, it can be read as 100 V or 120/208 V.

NOTE 5 In Japan phase to neutral conductor and phase to earthed conductor (grounded conductor) is thought of differently because a single-phase 2-wire system supplied from a two-wire system source does not have a neutral point.

Table 47 – Values of influencing quantities

Influencing quantity	Condition of use	Reference values for tests	Test tolerances ^e
Ambient air temperature ^a	–5 °C to +40 °C	See 9.2	±5 °C
Altitude	Not exceeding 2 000 m		
Relative humidity maximum value at 40 °C	50 % ^b		
External magnetic field	Not exceeding 5 times the earth's magnetic field in any direction	Earth's magnetic field	^c
Position	As stated by the manufacturer with a tolerance of 5° in any direction ^d	As stated by the manufacturer	2° in any direction
Frequency	Reference value ±5 %	Rated value	±5 %
Sinusoidal wave distortion	Not exceeding 5 %	Zero	5 %
^a The maximum value of the mean daily temperature is +35 °C. ^b Higher relative humidities are admitted at lower temperatures (for example 90 % at 20 °C). ^c When an RCCB is installed in proximity to strong magnetic field, supplementary requirements may be necessary. ^d The device shall be fixed in such a way that it does not cause deformation liable to impair its functions. ^e The tolerances given apply unless otherwise specified in the relevant test.			

Dimensions in millimetres



Key

1	Handle	5	$R_z \pm 0,05$ cylindrical
2	Guard	6	Insulating material
3	Stop face	7	Chamfer all edges
4	Joints	8	$R_4 \pm 0,05$ spherical

Material: metal, except where otherwise specified in this figure.

Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- on angles: $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$
- on linear dimensions:
 - up to 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
 - over 25 mm: $\pm 0,2$

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a tolerance of $\begin{matrix} +10 \\ 0 \end{matrix}$.

Figure 1 – Standard test finger

Figure 2 – Void**Figure 3 – Void****Figure 4 – Void**

Explanation of letter symbols used in Figure 5, Figure 6 and Figure 7:

N	=	Neutral conductor
S	=	Supply
R	=	Adjustable resistor(s)
Z	=	Impedance in each phase for the calibration of the rated conditional short-circuit current. The reactors should preferably be air-cored and connected in series with resistors in order to obtain the required power factor.
Z_1	=	Adjustable impedance to obtain current below the rated conditional short-circuit current
Z_2	=	Adjustable impedance for the calibration of I_{Δ}
D	=	Device under test
frame	=	All conductive parts normally earthed in service, including FE, if any
G_1	=	Temporary connection(s) for calibration
G_2	=	Connection(s) for the test with rated conditional short-circuit current
T	=	Making switch for the short circuit
I_1, I_2, I_3	=	Current sensor(s) May be situated on the supply or on the load side of device under test, but always on the secondary side of the transformer
I_4	=	Additional residual current sensor, if needed
Ur_1, Ur_2, Ur_3	=	Voltage sensor(s)
F	=	Device for the detection of a fault current
R_1	=	Resistance drawing a current of approximately 10 A
R_2	=	Resistor limiting the current in the device F
r	=	Resistor(s) taking approximately 0,6 % of the current (see 9.11.2)
S_1	=	Auxiliary switch
B and C	=	Points for the connections of the grid(s) shown in Annex C
L	=	Adjustable air cored inductance(s)
P	=	Short circuit protective device

The closing device T may alternatively be situated between the load side terminals of the device under test and current sensors I_1 , I_2 and I_3 as applicable.

The voltage sensors Ur_1 , Ur_2 and Ur_3 are connected between phase and neutral, as necessary.

The adjustable load Z may be located at the high-voltage side of the supply circuit.

Resistance R_1 may be omitted with the agreement of the manufacturer.

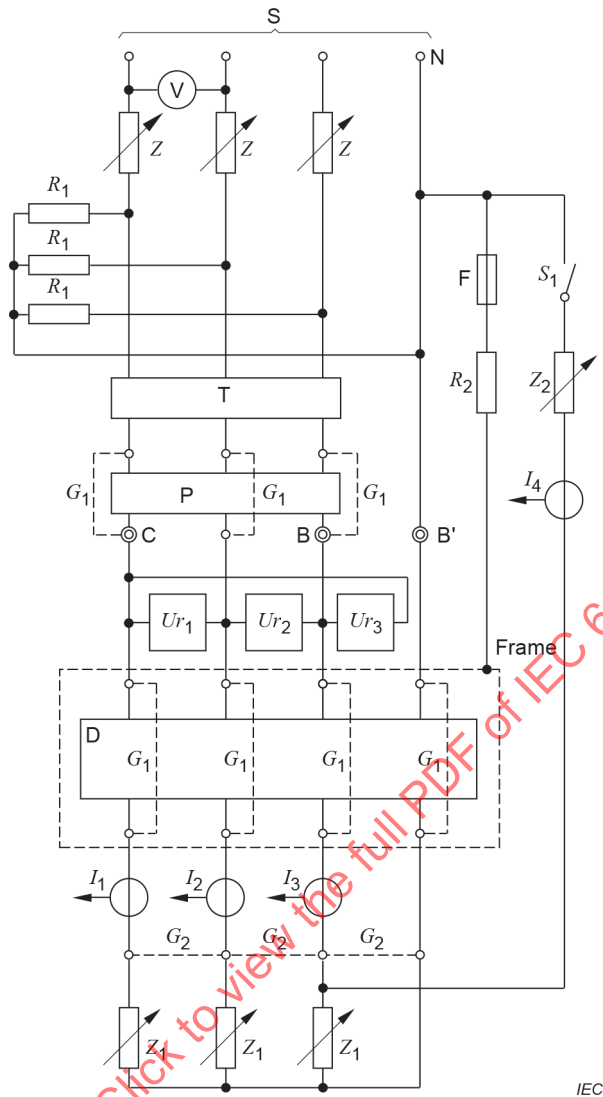
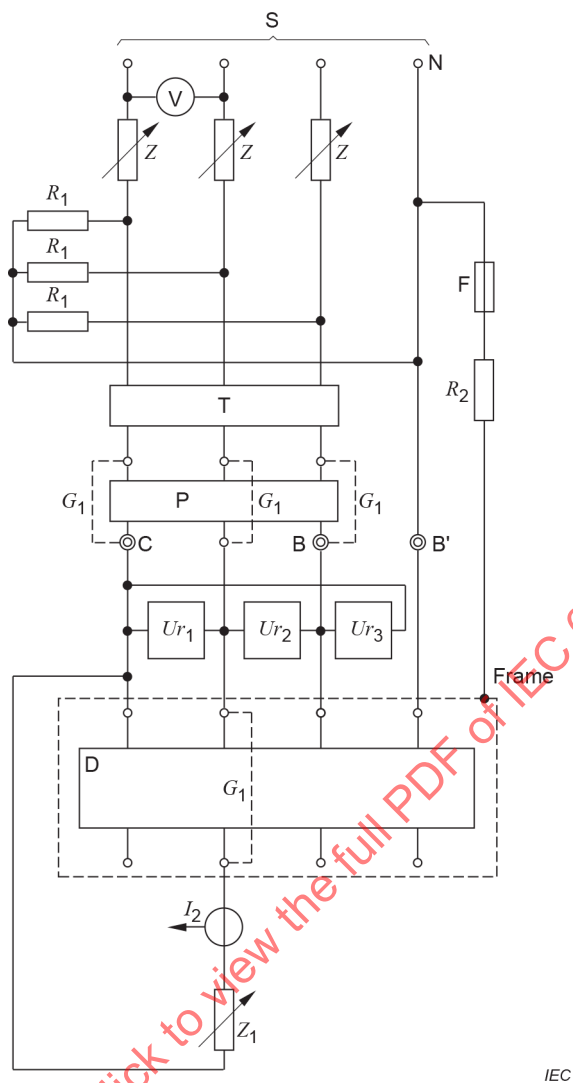
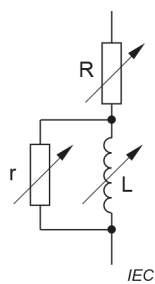


Figure 5 – Typical diagram for all short circuit tests except for the verification of the suitability in IT systems



IEC

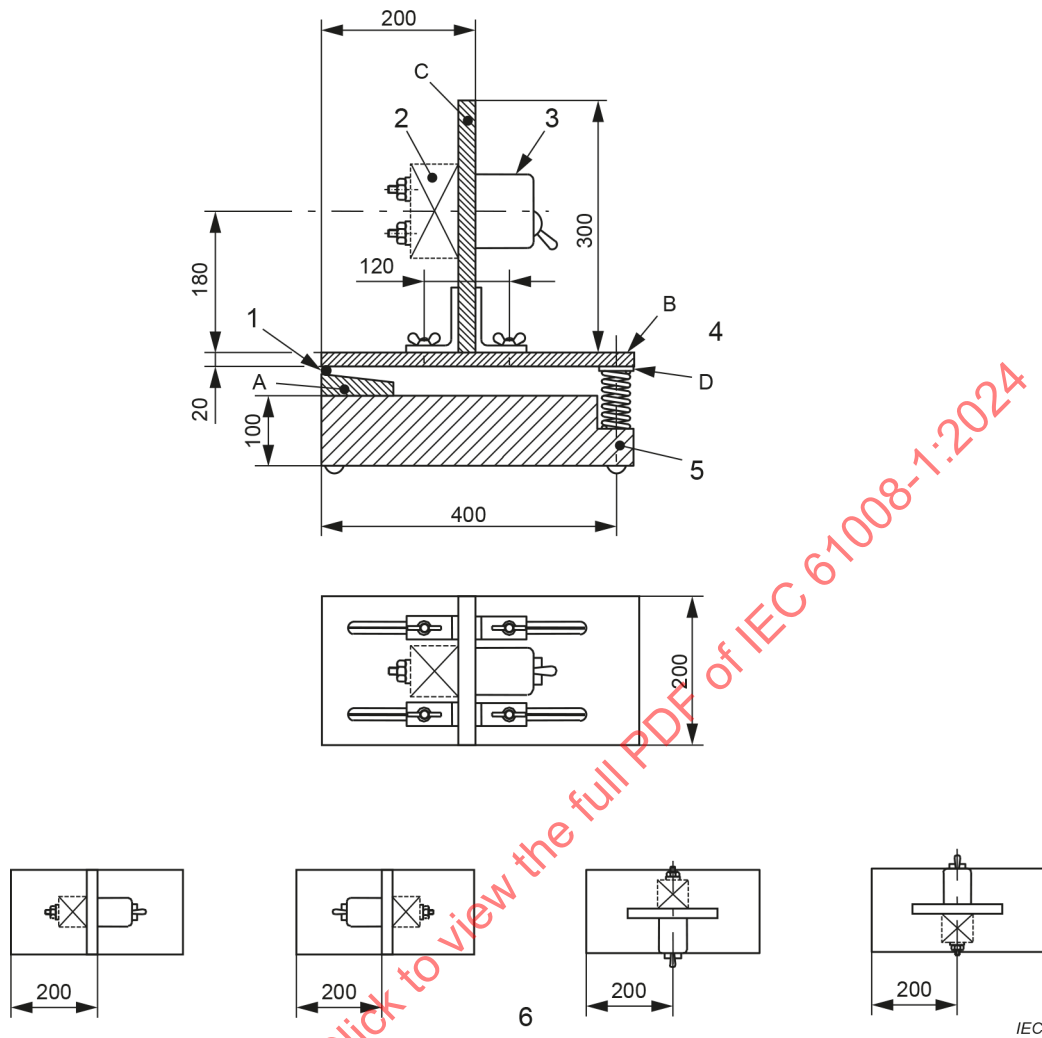
Figure 6 – Typical diagram for the verification of the suitability in IT systems



IEC

Figure 7 – Detail of impedances Z , Z_1 and Z_2

Dimensions in millimetres

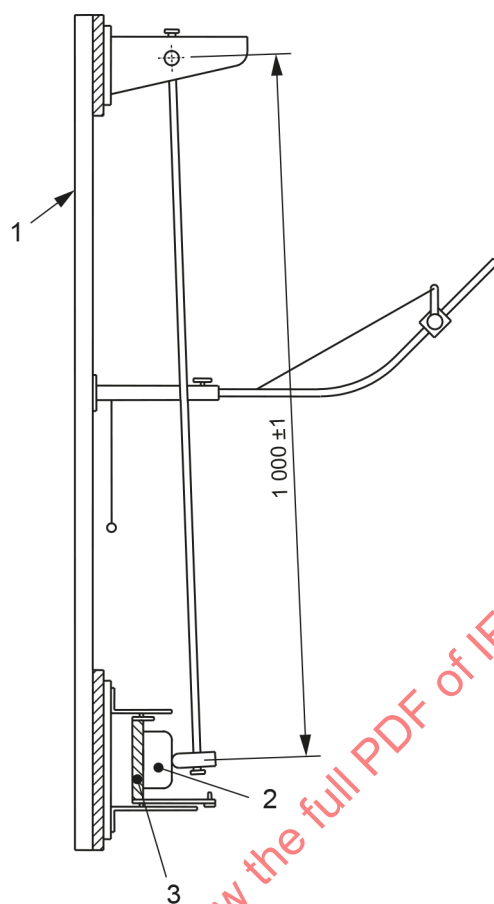


Key

- 1 Hinge
- 2 Additional mass
- 3 Sample
- 4 Metal stop plate
- 5 Concrete block
- 6 Consecutive test positions

Figure 8 – Mechanical shock test apparatus

Dimensions in millimetres



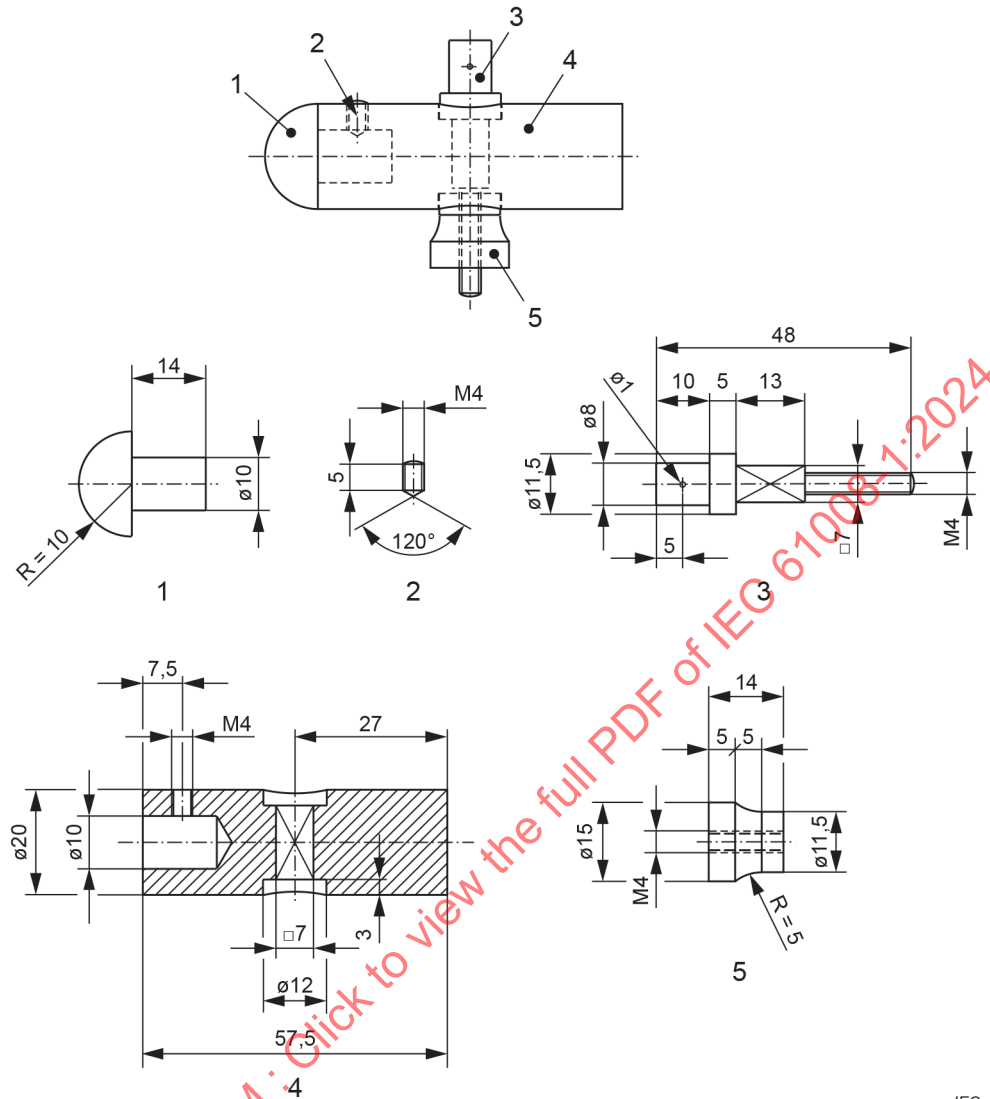
IEC

Key

- 1 Frame
- 2 Sample
- 3 Mounting support

Figure 9 – Mechanical impact test apparatus

Dimensions in millimetres



IEC

Key

- | | |
|------------|--------------|
| 1 | Polyamide |
| 2, 3, 4, 5 | Steel Fe 360 |

Figure 10 – Striking element for pendulum impact test apparatus

Dimensions in millimetres

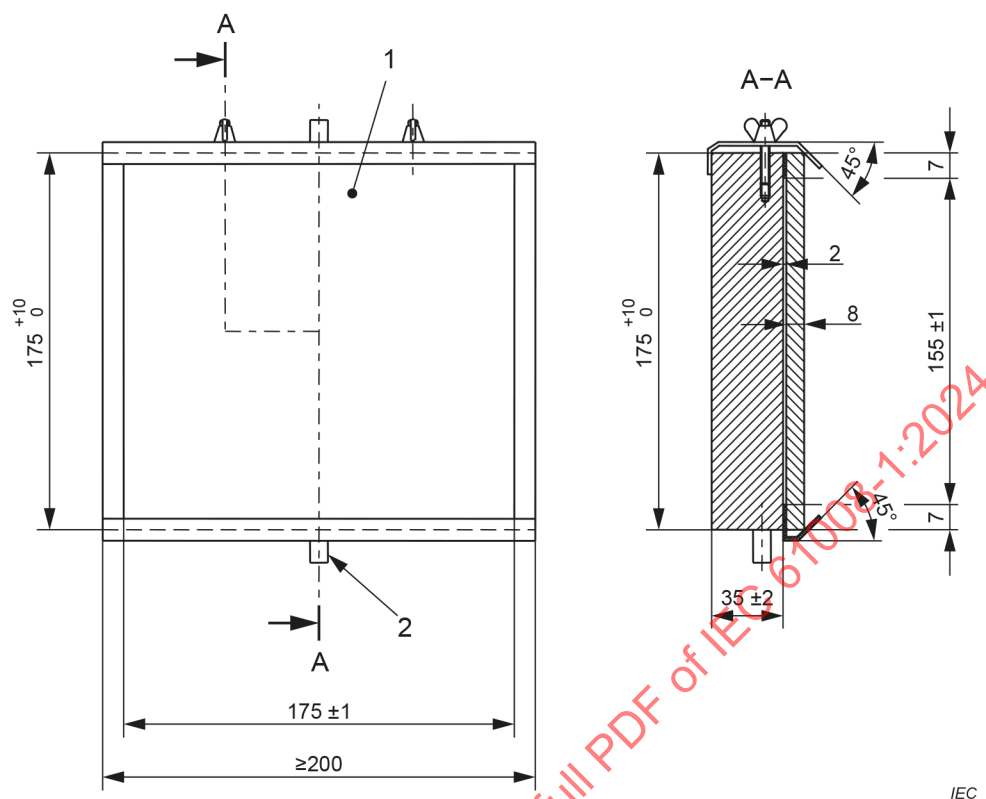
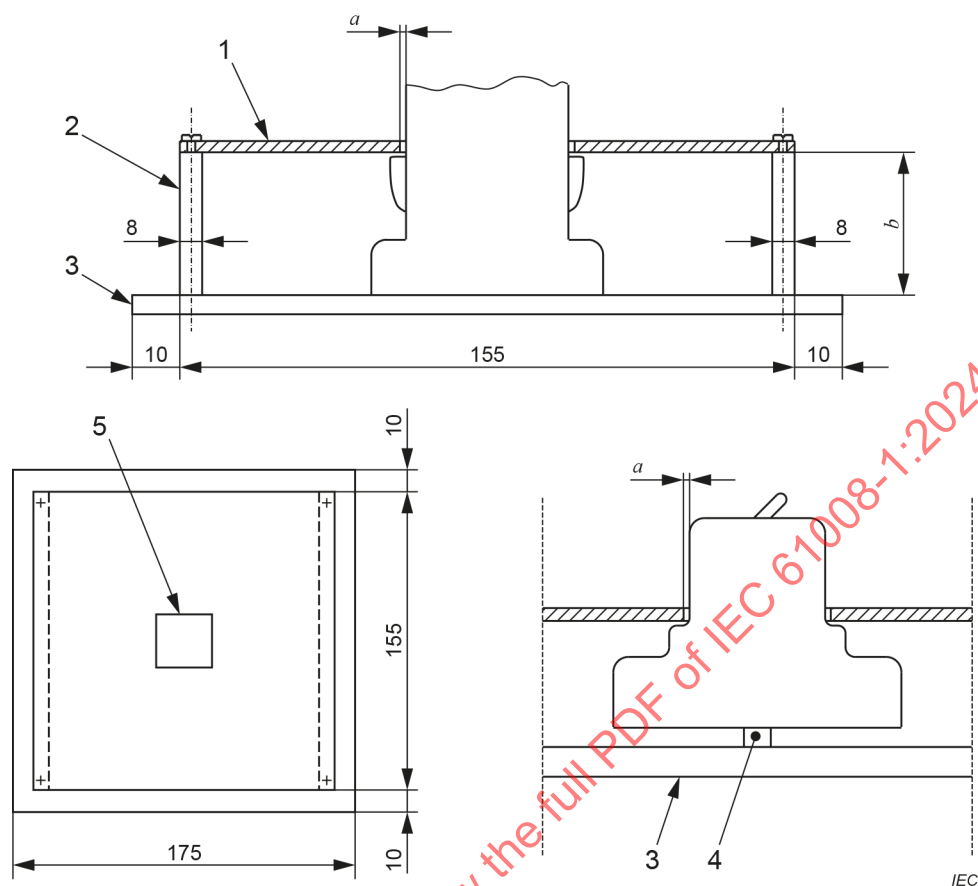


Figure 11 – Mounting support for sample for mechanical impact test

Dimensions in millimetres

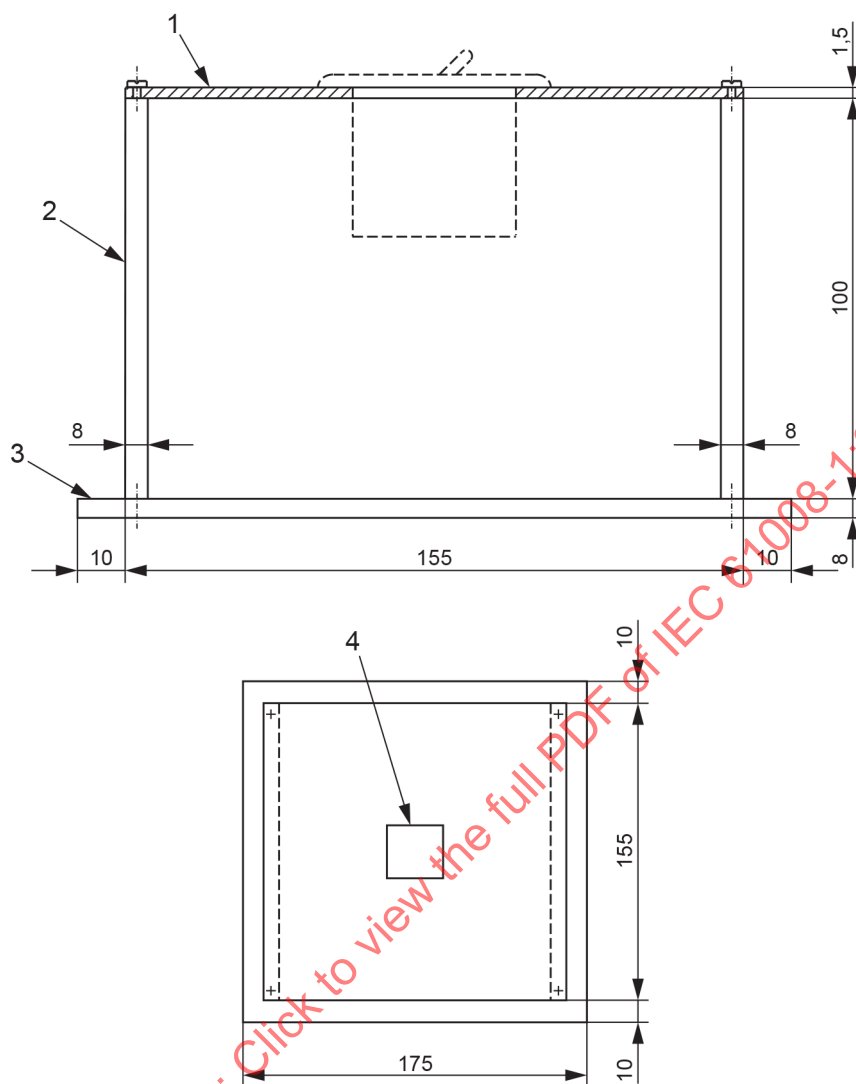


Key

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1 mm
 - 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
 - 3 Mounting plate
 - 4 Rail for RCCB designed to be mounted on a rail
 - 5 Cut-out for the RCCB in the steel plate
- a* The distance between the edges of the cut-out and the faces of the RCCB shall be between 1 mm and 2 mm.
- b* The height of the aluminium plates shall be such that the steel plate rests on the supports of the RCCB if the RCCB has no such supports, the distance from live parts, which are to be protected by an additional cover plate, to the underside of the steel, is 8 mm.

Figure 12 – Example of mounting an unenclosed or flush-type RCCB for mechanical impact test

Dimensions in millimetres



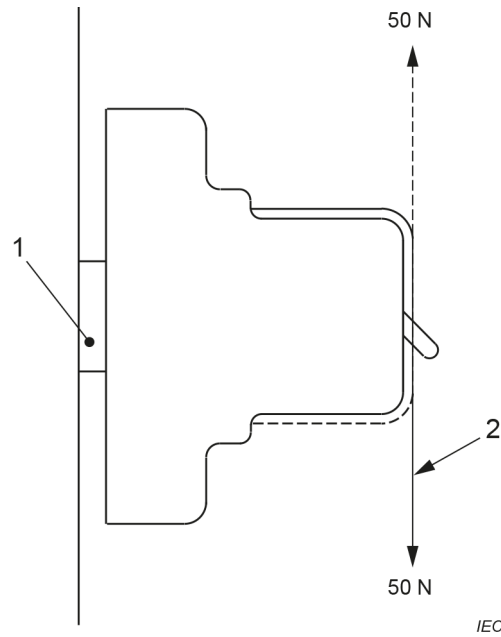
IEC

Key

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1,5 mm
- 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
- 3 Mounting plate
- 4 Cut-out for the RCCB in the steel plate

In particular cases, the dimensions may be increased.

Figure 13 – Example of mounting of panel mounting type RCCB for the mechanical impact test

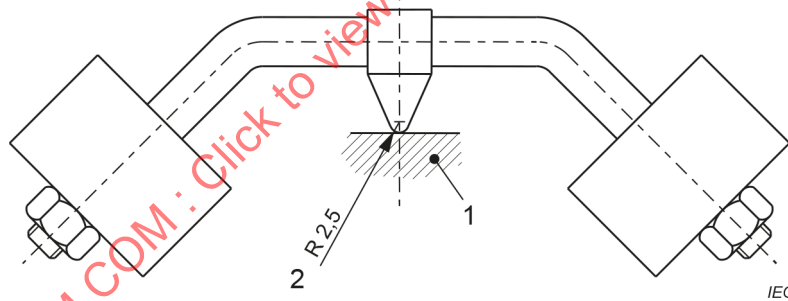


Key

- 1 Rail
- 2 Cord

Figure 14 – Application of force for mechanical test of rail mounted RCCB

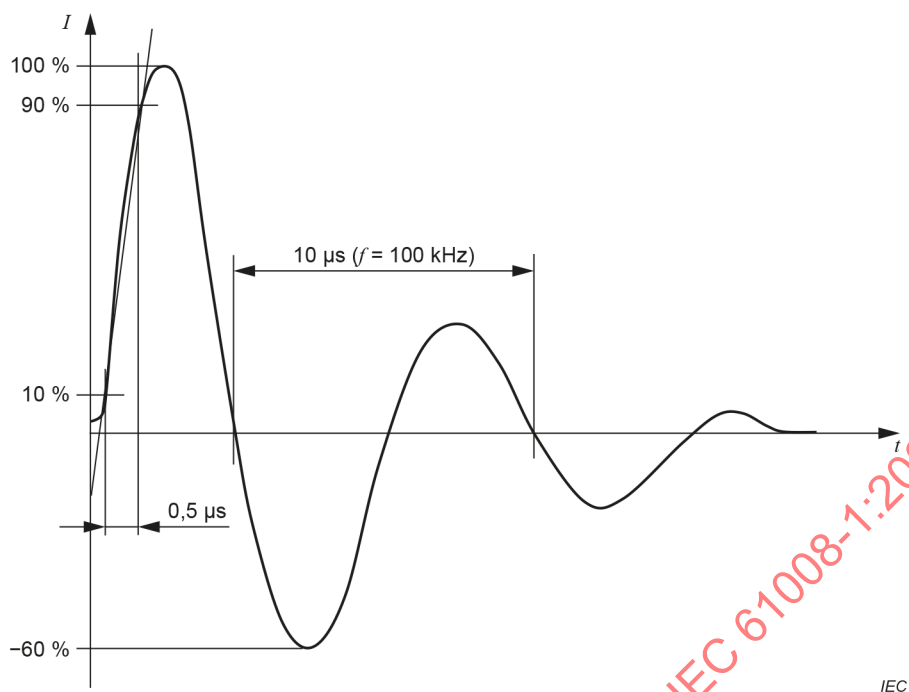
Dimensions in millimetres



Key

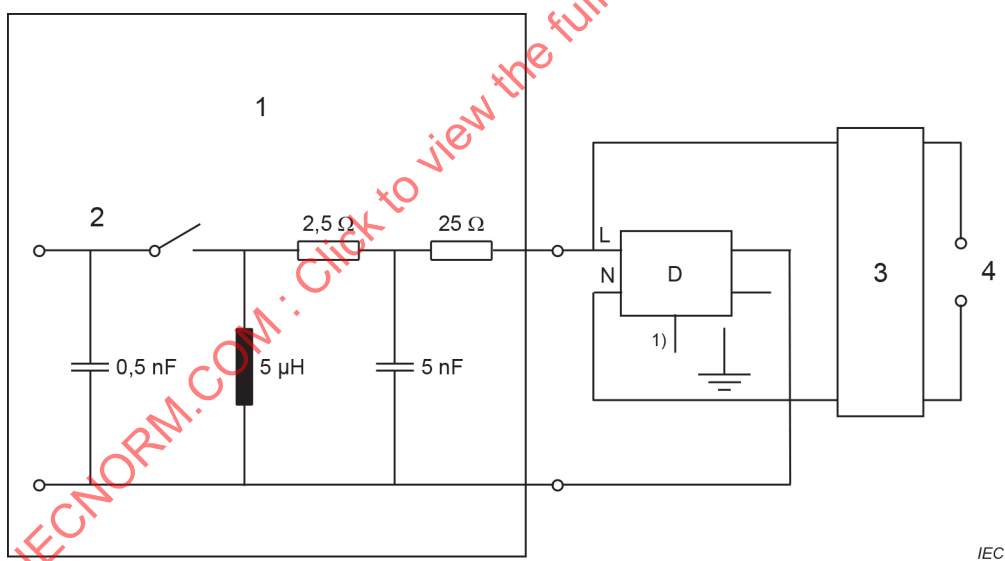
- 1 Sample
- 2 Spherical

Figure 15 – Ball-pressure test apparatus



Care should be taken that the oscillating wave is guaranteed at least up to the fifth full period ($50 \mu\text{s}$).

Figure 16 – Current ring wave $0,5 \mu\text{s}/100 \text{ kHz}$



Key

D Device under test

1 Ring wave generator $0,5 \mu\text{s}/100 \text{ kHz}$

2 Trigger

3 Filter

4 Supply

1) If the RCCB has an earthing terminal, it shall be connected to the neutral terminal, if any, or, failing that, to any phase terminal.

Figure 17 – Test circuit for the ring wave test on RCCBs

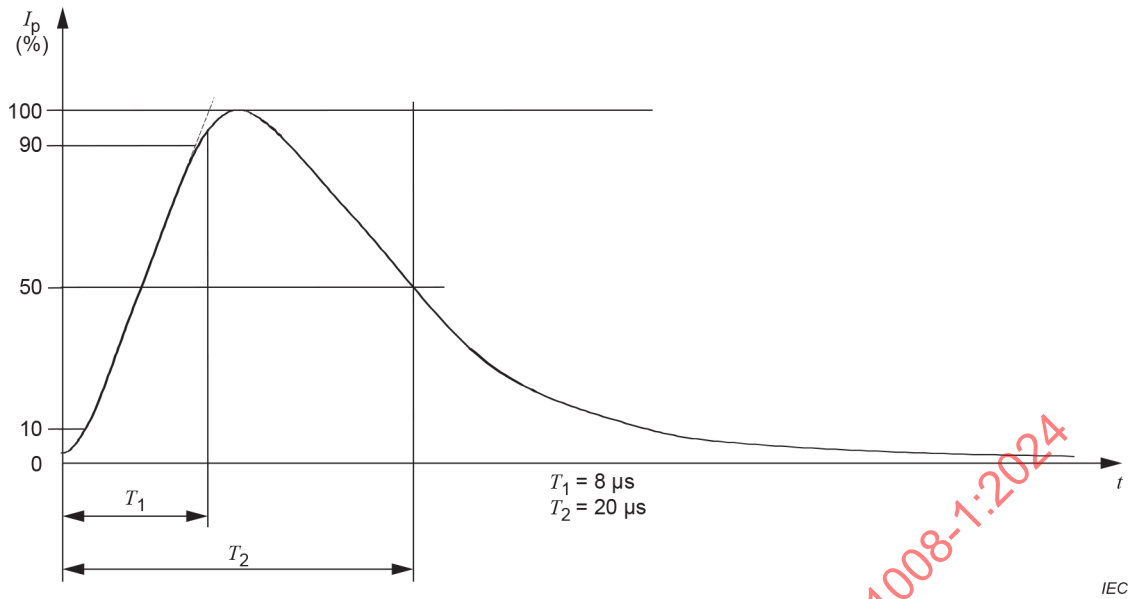
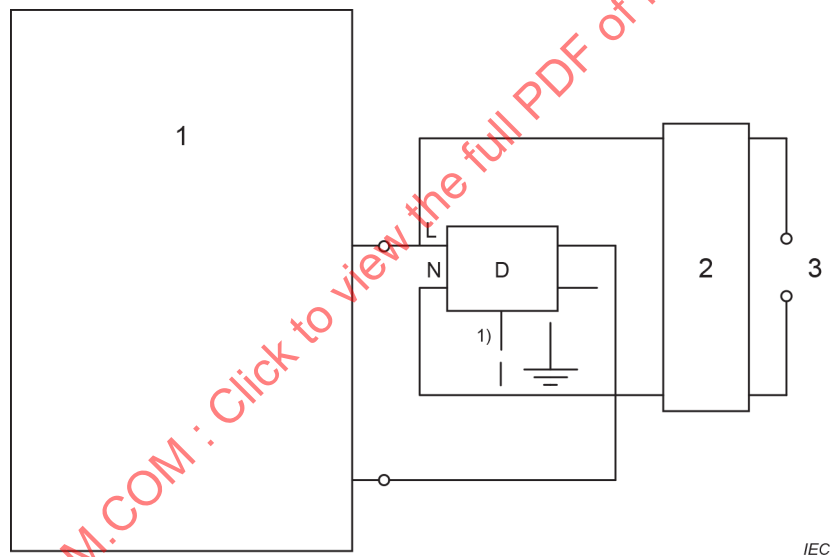


Figure 18 – Surge current impulse 8/20 μ s



Key

D Device under test

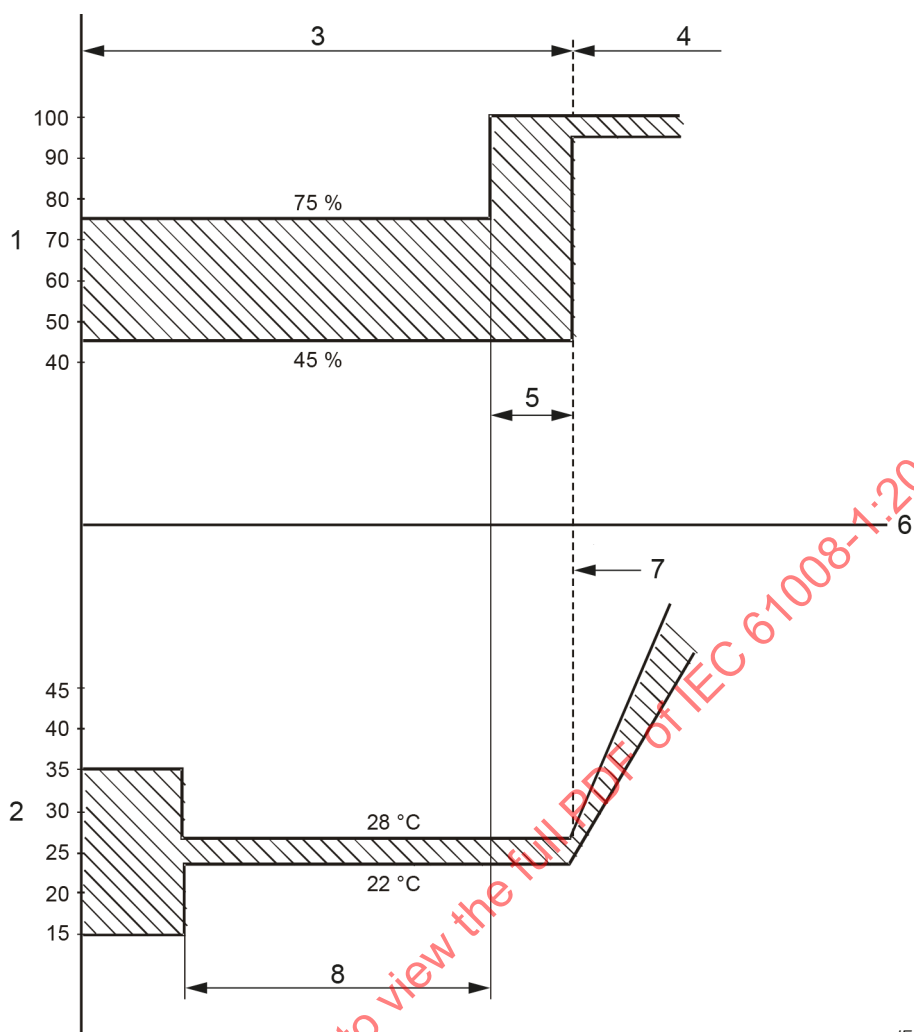
1 Surge current generator 8/20 μ s

2 Filter

3 Supply

1) If the RCCB has an earthing terminal, it shall be connected to the neutral terminal, if any, or, failing that, to any phase terminal.

Figure 19 – Test circuit for the surge current test of RCCBs

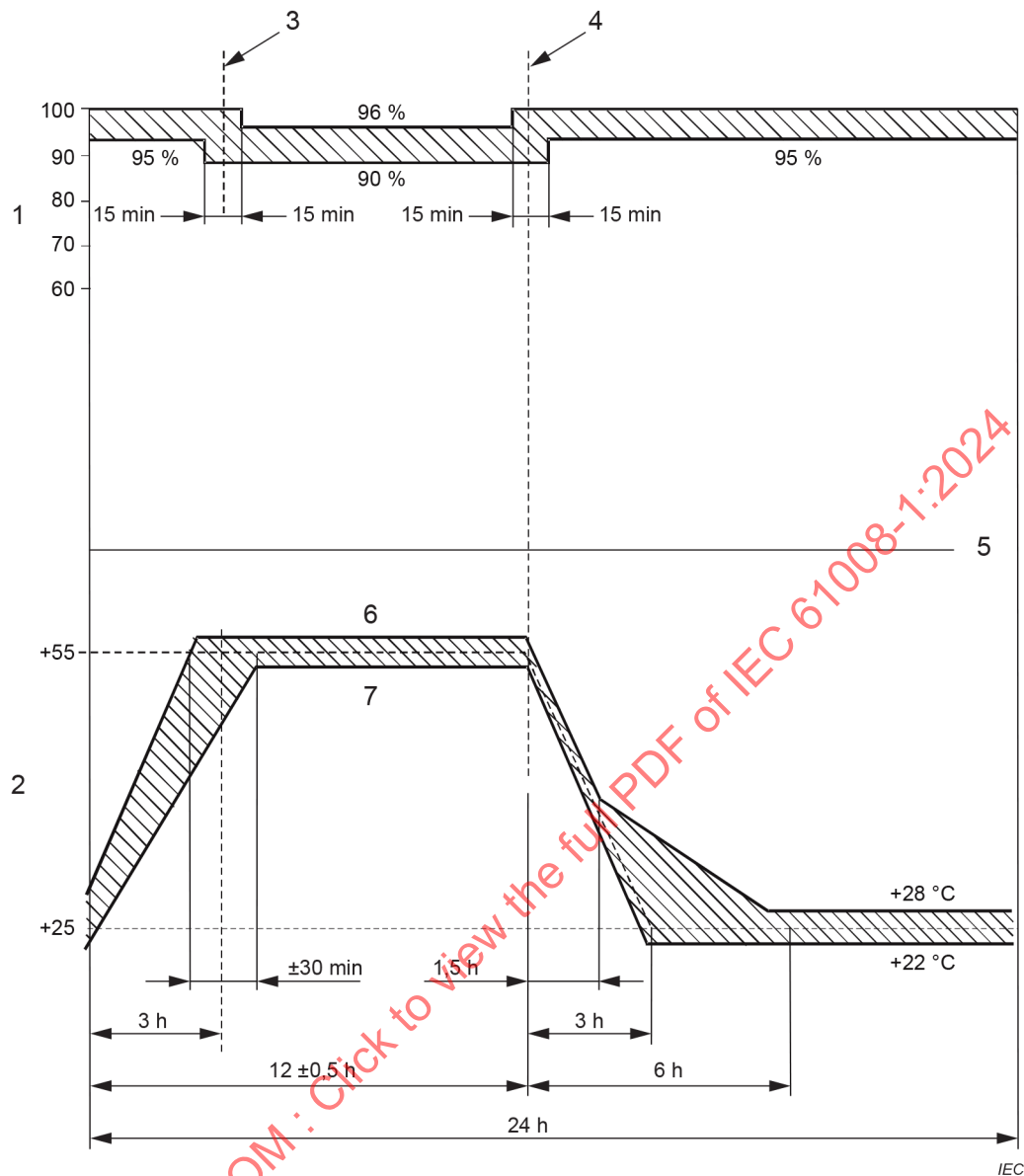


IEC

Key

- 1 Relative humidity (%)
- 2 Ambient air temperature (°C)
- 3 Stabilizing period
- 4 First cycle
- 5 Time required to reach 95 % to 100 % relative humidity (not exceeding 1 h)
- 6 Time
- 7 Start of the first cycle
- 8 Time required for test specimen to reach temperature stability

Figure 20 – Stabilizing period for reliability test

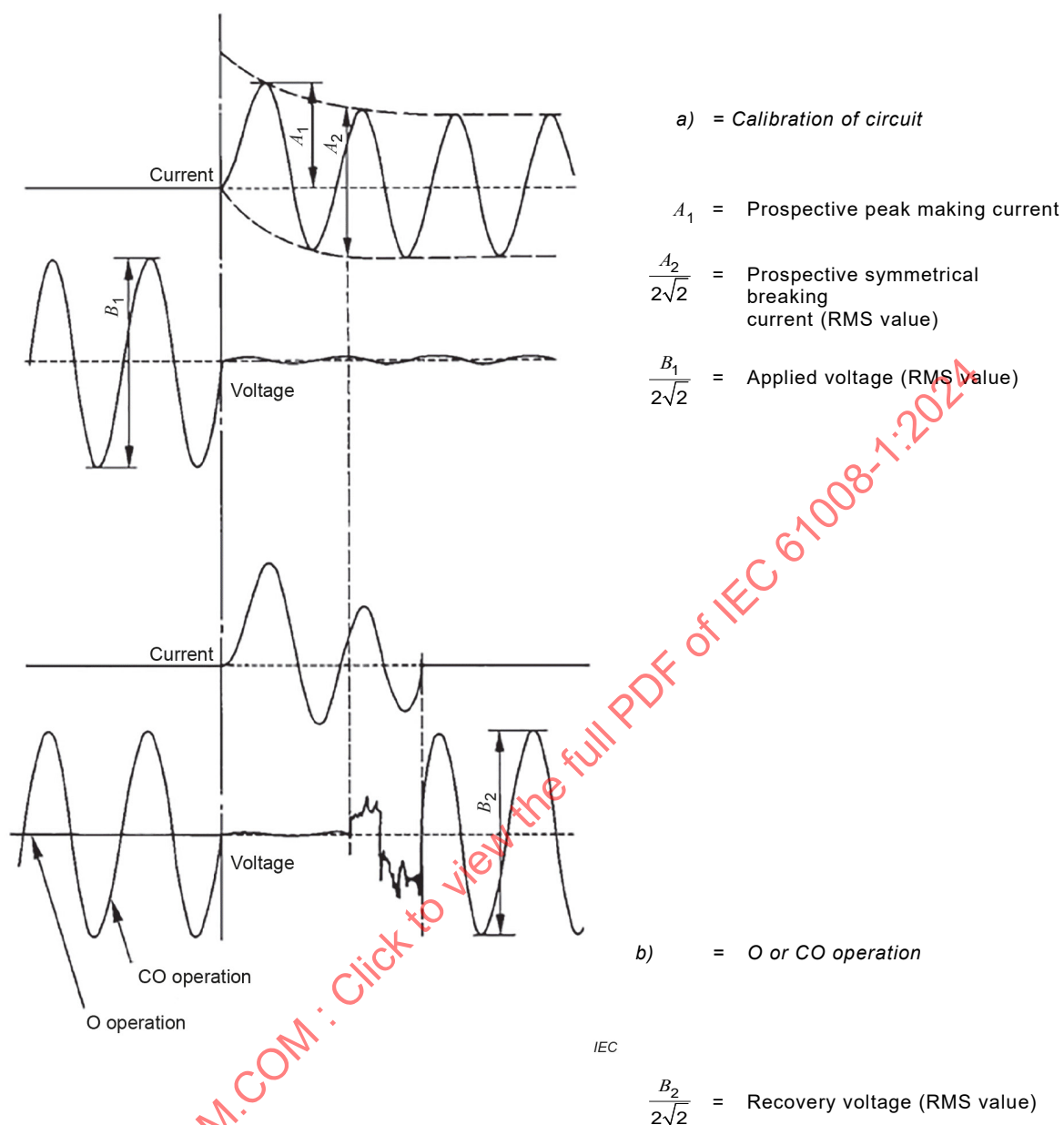


Key

- 1 Relative humidity (%)
- 2 Ambient air temperature (°C)
- 3 End of the temperature-rise
- 4 Start of the temperature fall
- 5 Time
- 6 Upper temperature +57 °C
- 7 Lower temperature +53 °C

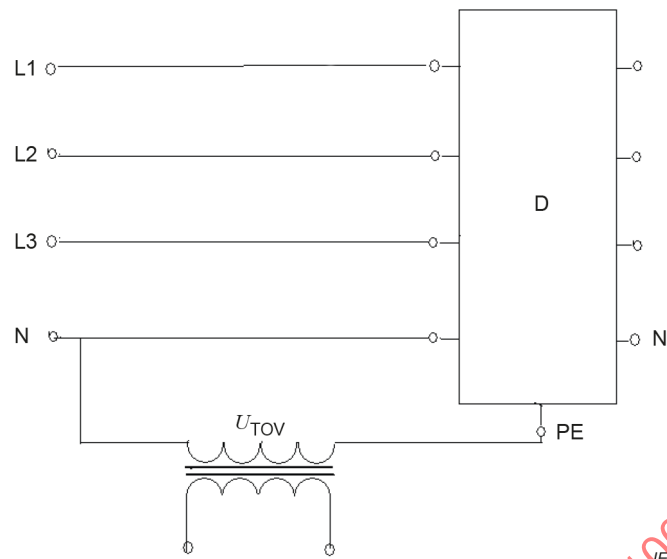
Figure 21 – Reliability test cycle

Figure 22 – Void



NOTE 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 sensing devices, and according to the test diagram

Figure 23 – Example of records for short-circuit tests

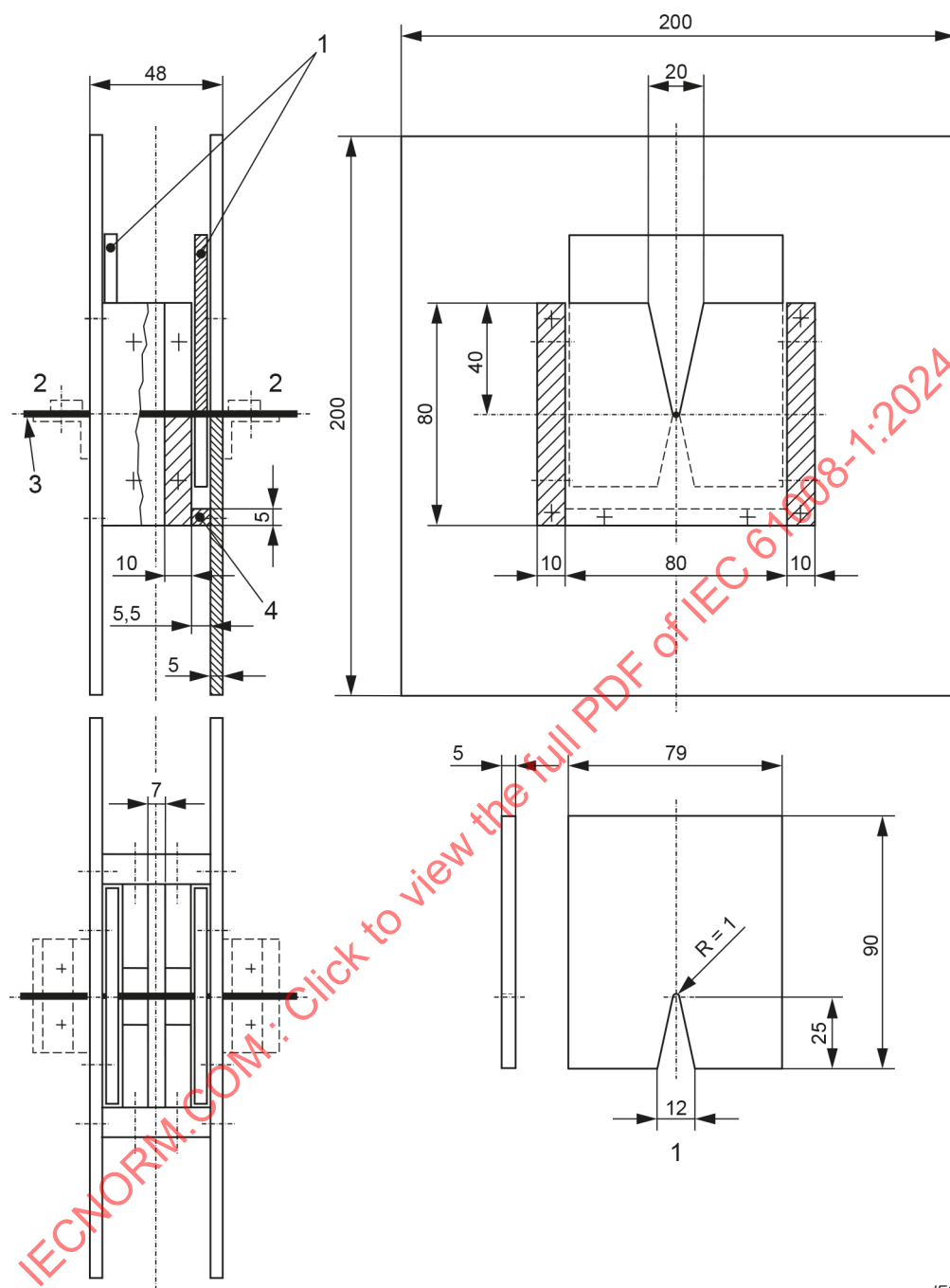


Key

- D RCCB under test
- N Neutral pole of the supply and of the RCCB under test
- PE Terminal of RCCB intended to be connected to the PE

Figure 24 – Test circuit for the verification of the behaviour under temporary overvoltage (TOV) conditions for RCCBs with a terminal intended to be connected to the PE

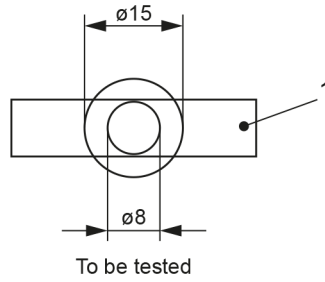
Dimensions in millimetres

**Key**

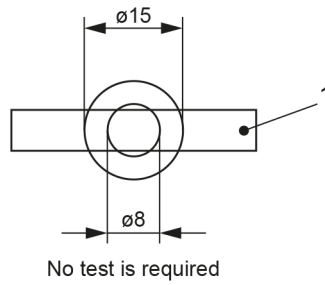
- 1 Gliding plate
- 2 Terminal
- 3 Silver wire
- 4 Stop for gliding plate

Figure 25 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB

Figure 26 – Void



At least one of the surfaces covers the 8 mm diameter circle completely while at least one other dimension is > 15 mm



At least one of the surfaces does NOT cover the 8 mm circle completely while any other dimension is > 15 mm

IEC

Key

1 Sample

Figure 27 – Diagrammatic representation for glow-wire test

Annex A
(normative)

**Test sequence and number of samples to be submitted
for certification purposes**

IEC 61008-2-1:2024, Annex A or IEC 61008-2-2:2024, Annex A (as relevant) applies.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

Annex B (normative)

Determination of clearances and creepage distances

B.1 General

Clearances and creepage distances shall be determined in accordance with this Annex A.

B.2 Orientation and location of a creepage distance

If necessary, the manufacturer shall indicate the intended orientation of the equipment or component in order that creepage distances are not adversely affected by the accumulation of pollution for which they were not designed.

B.3 Creepage distances where more than one material is used

A creepage distance may be split into several parts made up of different materials and/or have different pollution degrees if one of the creepage distances is dimensioned to withstand the total voltage or if the total distance is dimensioned according to the material having the lowest CTI.

B.4 Creepage distances split by floating conductive part

A creepage distance may be split into several parts, made with insulation material having the same CTI, including or separated by floating conductors as long as the sum of the distances across each individual part is equal to or greater than the creepage distance required if the floating part did not exist.

The minimum distance X for each individual part of the creepage distance is given in IEC 60664-1:2020, 6.8 (see also Example 11 in Figure B.11).

B.5 Measurement of creepage distances and clearances

In determining creepage distances according to IEC 60664-1, the dimension X , specified in the following examples, has a minimum value of 1,0 mm for pollution degree 2.

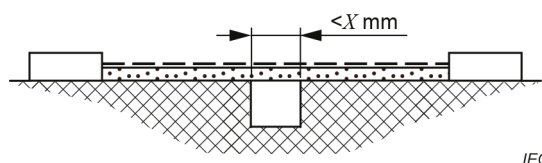
Requirements for arc chambers are covered by Table 20 item j).

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one third of this clearance.

The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in Figure B.1 to Figure 11. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

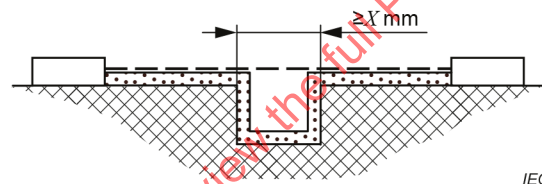
- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Example 3 of Figure B.3);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X , the creepage distance is measured along the contours of the groove (see Example 2 of Figure B.2);
- creepage distances and clearances, measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.



Condition: Path under consideration 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.

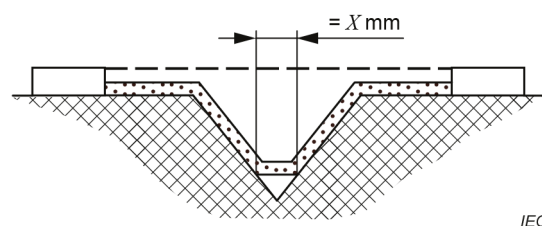
Figure B.1 – Measuring creepage distances and clearances: Example 1



Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and with a width equal to or more than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

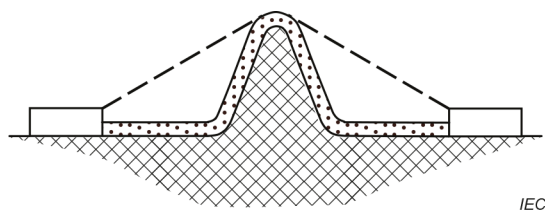
Figure B.2 – Measuring creepage distances and clearances: Example 2



Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X mm link.

Figure B.3 – Measuring creepage distances and clearances: Example 3



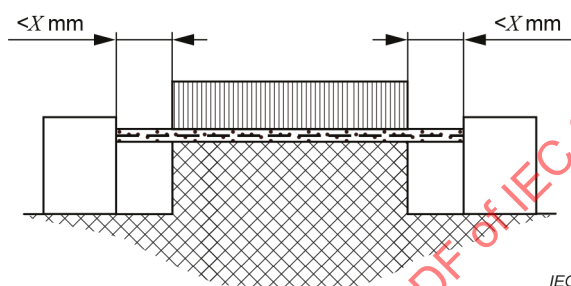
IEC

Condition: Path under consideration includes a rib.

Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

— — — Clearance  Creepage distance

Figure B.4 – Measuring creepage distances and clearances: Example 4

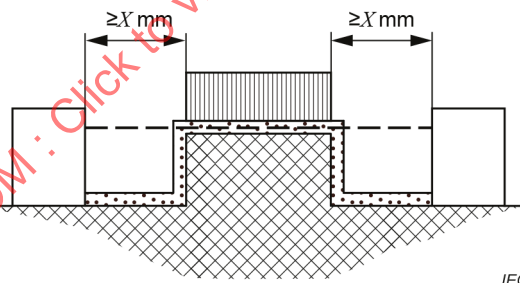


IEC

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on each side.

Rule: Creepage and clearance path is the "line of sight" distance shown.

Figure B.5 – Measuring creepage distances and clearances: Example 5

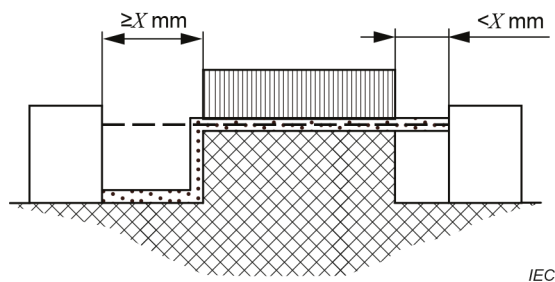


IEC

Condition: Path under consideration 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 path follows the contour of the grooves.

Figure B.6 – Measuring creepage distances and clearances: Example 6

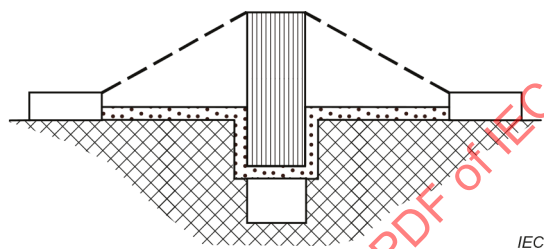


Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance and creepage paths area as shown.

— — — Clearance  Creepage distance

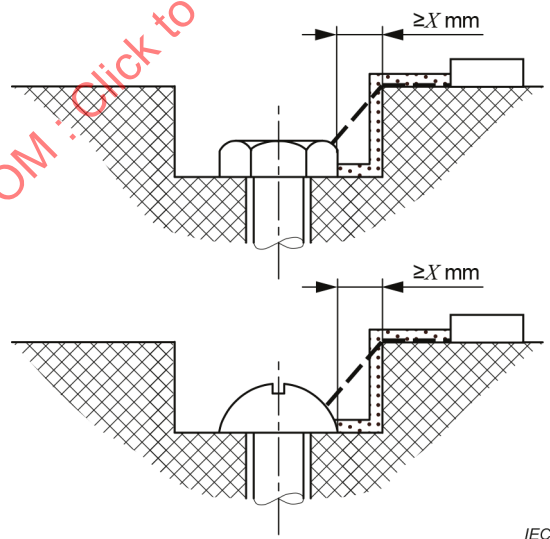
Figure B.7 – Measuring creepage distances and clearances: Example 7



Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier.

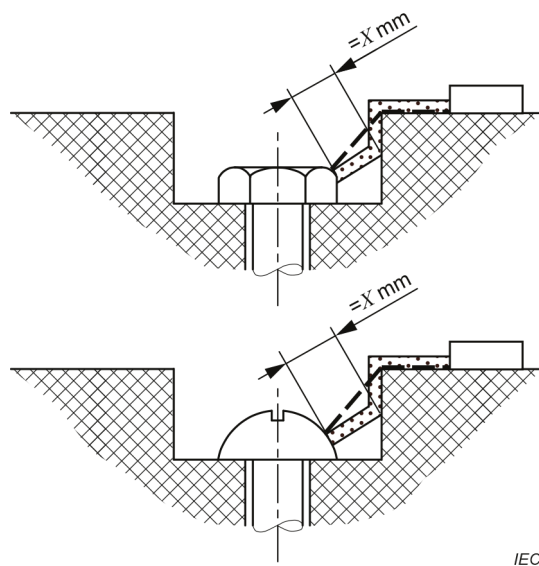
Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier.

Figure B.8 – Measuring creepage distances and clearances: Example 8



Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

Figure B.9 – Measuring creepage distances and clearances: Example 9

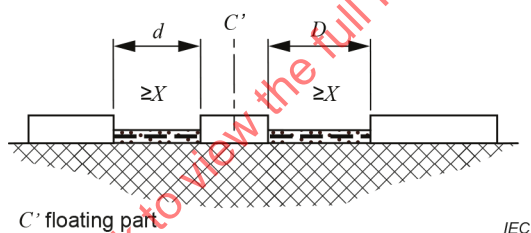


Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to X mm.

— — — Clearance  Creepage distance

Figure B.10 – Measuring creepage distances and clearances: Example 10



Clearance is the distance = $d + D$

Creepage distance is also = $d + D$

— — — Clearance  Creepage distance

Figure B.11 – Measuring creepage distances and clearances: Example 11

Annex C (normative)

Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests

The device under test is mounted as shown in Figure C.1 which can require adapting to the specific design of the device, and in accordance with the mounting instructions.

When required (i.e., during "O" operations), a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm of a size at least 50 mm larger, in each direction, than the overall dimensions of the front face of the device, but not less than 200 mm × 200 mm, is fixed and reasonably stretched in a frame, placed at a distance of 10 mm from:

- either the maximum projection of the operating means of a device without recess for the operating means; or
- the rim of a recess for the operating means of a device with recess for the operating means.

The sheet shall have the following physical properties:

Density at 23 °C: $0,92 \text{ g/cm}^3 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$

Melting point: 110 °C to 120 °C.

When required, a barrier of insulating material, at least 2 mm thick, is placed, as shown in Figure C.1, between the arc vent and the polyethylene foil to prevent damage of the foil due to hot particles emitted from the arc vent.

When required, a grid (or grids) according to Figure C.2 is (are) placed at a distance of "a" mm from each arc vent side of the device.

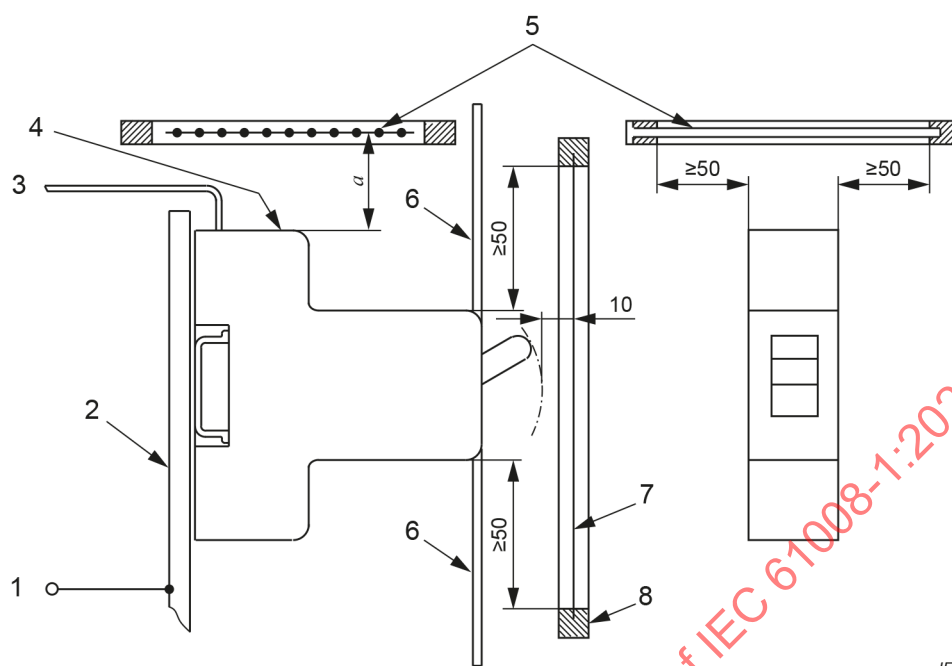
The grid circuit (see Figure C.3) shall be connected to the points B and C (see Figure 5 or Figure 6, as applicable).

The parameters for the grid circuit(s) are as follows:

Resistor R': 1,5 Ω

Copper wire F: length 50 mm and diameter in accordance with 9.11.2.1 f) 1).

Dimensions in millimetres

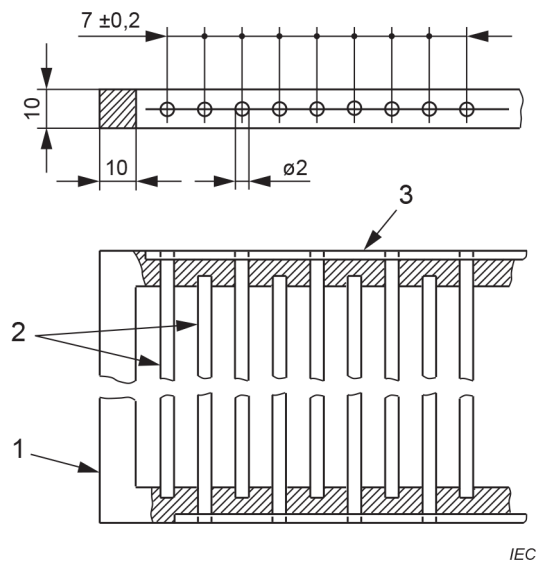


IEC

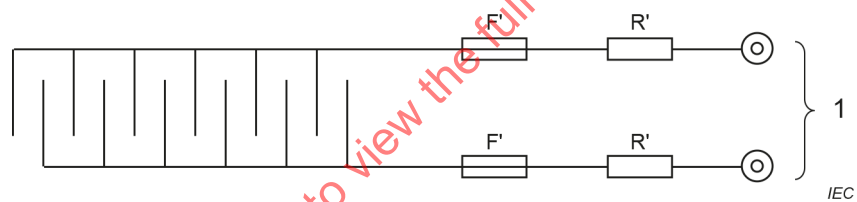
Key

- 1 To the fuse F
- 2 Metal plate
- 3 Cable
- 4 Arc vent
- 5 Grid
- 6 Barrier
- 7 Polyethylene sheet
- 8 Frame

Figure C.1 – Example of test arrangement

**Key**

- 1 Frame of insulating material
- 2 Copper wires
- 3 Metal interconnection of copper wires

Figure C.2 – Grid**Key**

- 1 Connected to points B and C (see Figure 5 or Figure 6, as applicable)

Figure C.3 – Grid circuit

Annex D (normative)

Routine tests

D.1 General

The tests specified in this document are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture.

In general, more tests shall be carried out to ensure that every RCCB conforms with the samples that withstood the tests of this document, according to the experience gained by the manufacturer.

D.2 Tripping test

A residual current is passed through each pole of the RCCB in turn.

The RCCB shall not trip at a current less than or equal to $0,5 I_{\Delta n}$, but it shall trip at $I_{\Delta n}$ within a specified time (see Table 11).

The test current shall be applied at least five times on each RCCB and shall be applied at least twice on each pole.

D.3 Dielectric strength test

A voltage of substantially sinusoidal wave form of value 1 500 V having a frequency of 50 Hz/60 Hz is applied for 1 s between the following parts:

- a) with the RCCB in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the RCCB is in the closed position.

No flashover or breakdown shall occur.

D.4 Performance of the test device

With the RCCB in the closed position, and connected to a supply at the appropriate voltage, the test device, when operated, shall open the RCCB.

Where the test device is intended to operate at more than one value of voltage, the test shall be made at the lowest value of voltage.

Annex E (informative)

Methods for determination of short-circuit power-factor

E.1 General

There is no uniform method by which the short-circuit power-factor can be determined with precision. Two examples of acceptable methods are given in this annex.

E.2 Method I – Determination from DC components

The angle ϕ may be determined from the curve of the DC component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows.

The formula for the DC component is

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of DC components at the instant t ;
- i_{do} is the value of the DC 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 the Napierian logarithms.

The time-constant L/R can be ascertained from the above formula as follows:

to measure the value of i_{do} at the instant of short-circuit and the value of i_d at another instant t before the contact separation;

to determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by i_{do} ;

from a table of values of e^{-x} to determine the value of $-x$ corresponding to the ratio of i_d/i_{do} ;

the value x represents Rt/L from which L/R is obtained.

To determine the angle from:

$$\phi = \arctan (\omega \cdot L/R)$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

E.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.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

Annex F
(informative/normative)

Void

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

Annex G
(informative/normative)

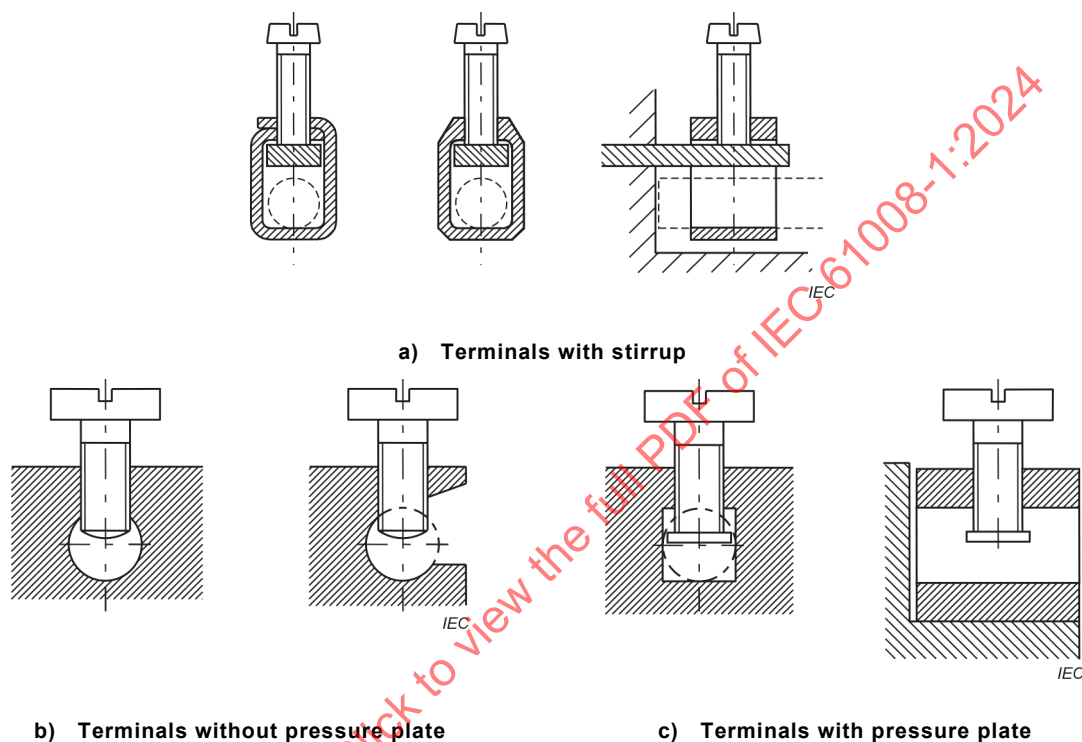
Void

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

Annex H (informative)

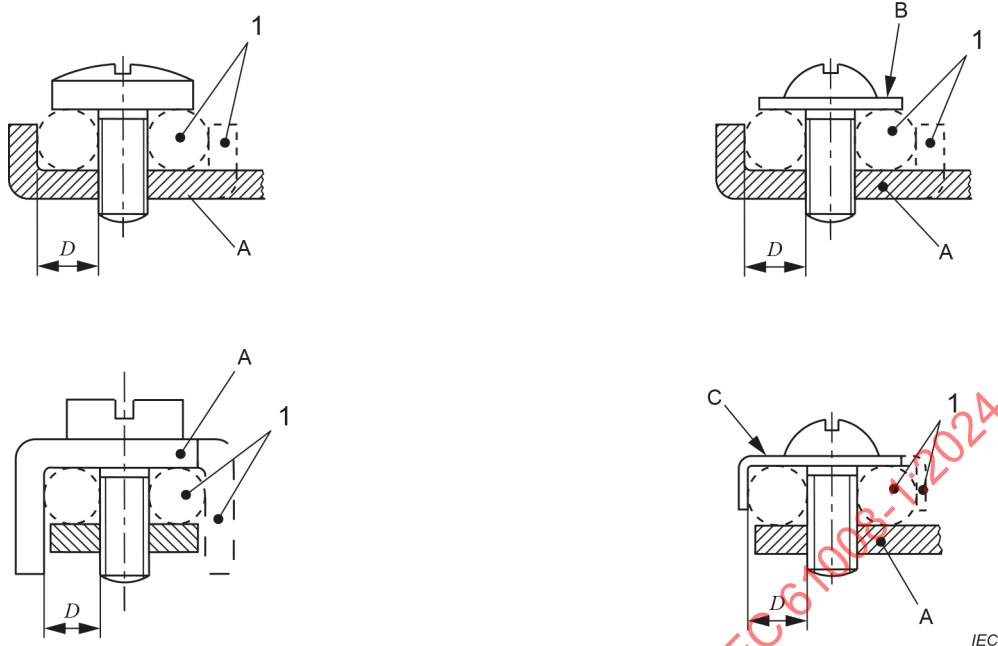
Examples of terminal designs

In this Annex H, some examples of designs of terminals are given (see Figure H.1 to Figure H.4). The conductor location shall have a diameter suitable for accepting solid rigid conductors and a cross-sectional area suitable for accepting rigid stranded conductors (see 8.1.5).



NOTE The part of the terminal containing the threaded hole and the part of the terminal against which the conductor is clamped by the screw can be two separate parts, as in the case of a terminal provided with a stirrup.

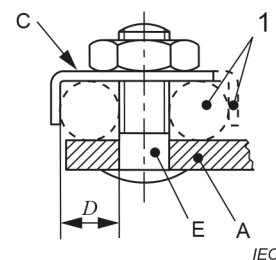
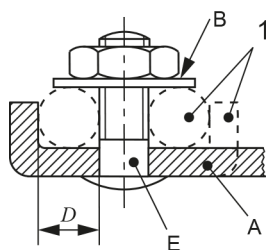
Figure H.1 – Examples of pillar terminals



a) Screw terminals

Screw not requiring washer or clamping plate

Screw requiring washer, clamping plate or anti-spread device



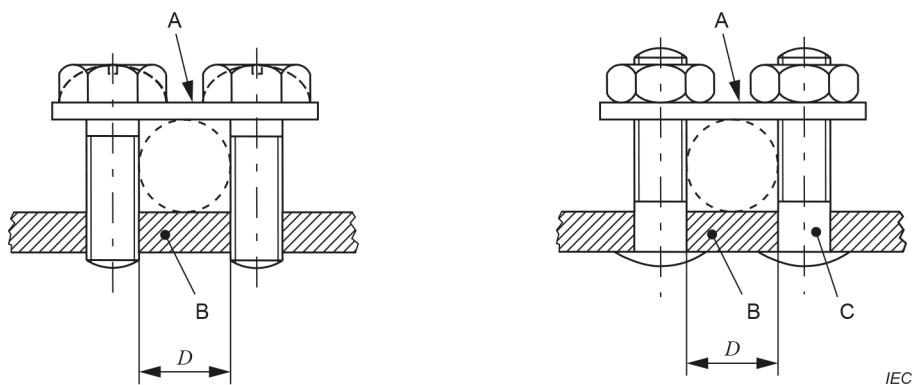
b) Stud terminals

Key

- 1 Optional
- A Fixed part
- B Washer or clamping plate
- C Anti-spread device
- D Conductor space
- E Stud

The part which retains the conductor in position can be of insulating material, provided the pressure necessary to clamp the conductor is not transmitted through the insulating material.

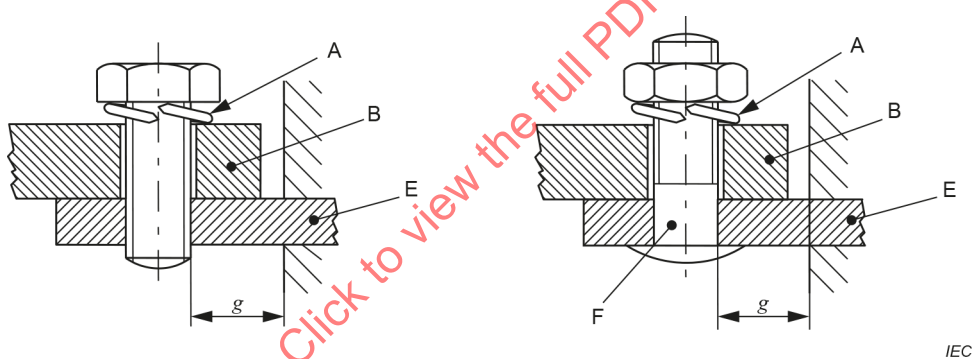
Figure H.2 – Examples of screw terminals and stud terminals

**Key**

- A Saddle
- B Fixed part
- C Stud
- D Conductor space

The two faces of the saddle can be of different shapes to accommodate conductors of either small or large cross-sectional area, by inverting the saddle. The terminals can have more than two clamping screws or studs.

Figure H.3 – Examples of saddle terminals

**Key**

- A Locking means
- B Cable lug or bar
- E Fixed part
- F Stud

For this type of terminal, a spring washer or equally effective locking means shall be provided and the surface within the clamping area shall be smooth. For certain types of equipment, the use of lug terminals of sizes smaller than that required is allowed.

Figure H.4 – Examples of lug terminals

Annex I

(informative)

Correspondence between ISO and AWG copper conductors

ISO sizes mm ²	AWG	
	Size	Cross-sectional area mm ²
1,0	18	0,82
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4,0	12	3,3
6,0	10	5,3
10,0	8	8,4
16,0	6	13,3
25,0	3	26,7
35,0	2	33,6
50,0	0	53,5

In general, ISO sizes apply.

Upon request of the manufacturer, AWG sizes may be used.

Annex J (informative)

Follow-up testing program for RCCBs

J.1 General

In order to guarantee that the quality level of products is maintained, follow-up inspection procedures on the manufacturing process have to be set up by the manufacturers.

This annex gives an example of follow-up procedure to be applied when manufacturing RCCBs.

This annex may be used as a guide by manufacturers for adapting their specific procedures and organization aiming at keeping the required quality level of the product output.

In particular, any provision of the supplying follow-up as well as the manufacturing follow-up may be taken to guarantee the quality of the manufactured products on which the safe operation of the residual current device depends.

NOTE In some countries Annex J is not applicable: DE.

J.2 Follow-up testing program

J.2.1 General

The follow-up testing program includes two series of tests.

J.2.2 Quarterly follow-up testing program

See Table J.1, test sequence Q.

J.2.3 Annual follow-up testing program

See Table J.1, test sequences Y1 to Y3.

The annual follow-up testing can be combined with the quarterly follow-up testing.

Table J.1 – Test sequences during follow-up inspections

Test sequence	Subclause	Test	Comments
Q	9.16	Test device	Items b) and c) only, except the verification of the test circuit ampere turns
	IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.1 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.1	Verification of correct operation in the event of steady increase of residual current	
Y1	IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.3 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.3	Verification of correct operation in the event of sudden appearance of sinusoidal AC residual current	
	IEC 61008-2-1:2024, 9.9.1.2.6 or IEC 61008-2-2:2024, 9.9.1.2.6	Tests at the temperature limits	
Y2	9.7	Test of dielectric properties	
	9.10	Mechanical and electrical endurance	
Y3	9.20.1	Reliability (climatic test)	
	9.21	Resistance to ageing	

J.2.4 Sampling procedure

J.2.4.1 Quarterly testing program

For the purpose of the quarterly testing program, the following inspection levels are applied:

- normal inspection;
- tightened inspection.

Normal inspection will be used for the first follow-up inspection.

For successive inspections, normal or tightened inspection, or stopping of the production is applied, depending on the results of the on-going tests.

The following criteria for switching over from one level of inspection to another shall be applied:

- stay at normal level
When normal inspection is applied, normal level is maintained if all six samples pass the test sequence (see Table J.2, sequence Q). If five samples pass the test sequence, the subsequent inspection is made one month only after the preceding one with the same number of samples and the same test sequence.
- normal to tightened
When normal inspection is applied, tightened inspection shall be applied when only four samples pass the test sequence.
- normal to production stop
When normal inspection is applied, and fewer than four samples pass the test sequence, the production shall be discontinued pending action to improve the quality.
- tightened to normal
When tightened inspection is applied, normal inspection shall be applied when at least 12 samples pass the test sequence (see Table J.2).

- stay at tightened level

When, being at tightened level, 10 or 11 samples only pass the test sequence, the tightened level is maintained and the subsequent inspection is carried out one month after the preceding one with the same number of samples and the same test sequence.

- tightened to production stop

In the event that four consecutive inspections remain on the tightened level or when fewer than 10 samples pass the test sequence, the production shall be discontinued pending action to improve the quality.

- restart production

The production can restart after appropriate and confirmed corrective action. The restart shall be carried out under tightened inspection conditions.

J.2.4.2 Annual testing program

For the purpose of the annual testing program, the following inspection levels are applied:

- normal inspection;
- tightened inspection.

Normal inspection will be used for the first follow-up inspection.

For successive inspections, normal or tightened inspections are applied, depending on the results of the on-going tests.

The following criteria for switching over from one level of inspection to another shall be applied:

- stay at the normal level

When normal inspection is applied, normal level is maintained if all samples pass the test sequence. If two samples pass the test sequence Y1 and no failure occurs during test sequences Y2 and Y3, the subsequent inspection is made three months after the preceding one with the same number of samples and the same test sequences.

- normal to tightened

When normal inspection is applied, tightened inspection shall be applied when either:

- only one sample passes the sequence Y1; or
- one failure occurs during any one of test sequences Y2 or Y3.

The subsequent inspection shall be affected within three months of the preceding one, at tightened level for any sequence in which the failure occurred and at normal level for the other test sequences.

- normal to production stop

When normal inspection is applied, and no sample passes the test sequence Y1, or more than one failure occurs during test sequences Y2 or Y3, the production shall be discontinued pending action to improve the quality.

- tightened to normal

When tightened inspection is applied, normal inspection shall be applied when:

- at least five samples pass the test sequence Y1; and
- no failure occurs during the test sequence Y2 or Y3.

- stay at tightened level

When, being at tightened level, four samples only pass the test sequence Y1 and no failure occurs during test sequences Y2 or Y3, the tightened level is maintained and the following inspection is made three months after the preceding one with the same number of samples and the same test sequences.

- tightened to production stop

In the event that four consecutive inspections remain on the tightened level or when during one annual inspection one of the following failures occurs:

- fewer than four samples pass test sequence Y1;
- more than one failure occurs during test sequences Y2 or Y3;

the production shall be discontinued pending action to improve the quality.

- restart production

The production can restart after appropriate and confirmed corrective action. The restart shall be made under tightened inspection conditions.

J.2.4.3 Number of samples to be tested

The number of samples for the various inspection levels is given in Table J.2.

Table J.2 – Number of samples to be tested

Inspection sequence	Number of samples for normal inspection	Number of samples for tightened inspection
Q	6	13
Y1, Y2, Y3	3 each	6 each

Out of each series of RCCBs of the same fundamental design only one set of samples need be tested, irrespective of the ratings.

For the purpose of this follow-up testing program, RCCBs are considered to be of the same fundamental design if they belong to the same classification according to 4.1, and

- the residual current operating means have identical tripping mechanism and identical relay or solenoid, except for:
 - the number of turns and cross-sectional area of the windings;
 - the sizes and material of the core of the differential transformer;
 - the rated residual current; and
- the electronic part, if any, is of the same design and uses the same components, except for variations so as to achieve different $I_{\Delta n}$.

Annex K (informative)

SCPDs for short-circuit tests

K.1 Introductory remark

For the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB as given in Table 36, short-circuit tests have to be performed. The short-circuit tests are carried out by the use of a fuse or a silver wire using the test apparatus shown in Figure 25 or by the use of any other means producing the required I^2t and I_p values.

K.2 Silver wires

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB, in order to obtain reproducible test results, the SCPD, if any, can be a silver wire using the test apparatus shown in Figure 25.

For silver wires with at least 99,9 % purity, Table K.1 gives an indication of the diameters according to the rated current I_n and the short-circuit currents I_{nc} and $I_{\Delta c}$.

Table K.1 – Indication of silver wire diameters as a function of rated currents and short-circuit currents

I_{nc} and $I_{\Delta c}$	I_n A								
	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
	Silver wire diameter ^a mm								
500	0,30	0,35	0,35	0,35					
1 000	0,30	0,35	0,40	0,50					
1 500	0,35	0,40	0,45	0,50	0,65	0,85			
3 000	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,80	0,95	1,05	1,15
4 500	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,80	0,90	1,05	1,15
6 000	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,75	0,90	0,95	1,00
10 000	0,35	0,40	0,45	0,50	0,60	0,70	0,85	0,90	0,95

^a The silver wire diameter values are essentially based on peak current (I_p) considerations (see Table 36).

The silver wire shall be inserted in the appropriate position of the test apparatus shown in Figure 25, horizontally and stretched.

K.3 Fuses

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RCCB, in order to obtain reproducible test results, the SCPD, if any, can be a corresponding fuse.

The rating of the fuse cannot be smaller than the rating of the RCCB. Higher ratings of fuses may be used to obtain the I^2t and I_p values of Table 36.

Intermediate values can be achieved by adding fuses in parallel.

K.4 Other means

Other means can be used provided that the values of Table 36 are fulfilled.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-441, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-614:2016, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60112:2020, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

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

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60364-5-53, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

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

IEC 60755:2017, *General safety requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60884-1, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

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

IEC 61009-1, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

IEC 61543:2022, *Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – Electromagnetic compatibility* IEC 62423, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

IEC 62640:2011, *Residual current devices with or without overcurrent protection for socket-outlets for household and similar uses*

IEC 62640:2011/AMD1:2015

IEC 62873-1:2017, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 1: Outline of blocks and modules for residual current device standards*
IEC 62873-1:2017/AMD1:2020

ASTM D785-08, *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*

CAS No.110-54-3, *Chemical Abstracts Service Registry Number, CAS Registry – Collection of disclosed chemical substance information* (www.cas.org)

CISPR 14-1:2020, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

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

OSM-IN 263, *Test of indelibility of marking (aliphatic solvent)*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	128
INTRODUCTION.....	130
1 Domaine d'application	131
2 Références normatives	132
3 Termes et définitions	134
4 Classification	134
4.1 Selon les conditions d'alimentation	134
4.1.1 ID qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel	134
4.1.2 ID avec 2 ou 4 voies de courant qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_e$ à $85 V$	134
4.1.3 ID conforme au 4.1.2 qui comporte une terre fonctionnelle (FE) et qui est capable de continuer à assurer une protection lorsqu'il est alimenté entre une seule phase et la FE	135
4.1.4 ID avec 3 voies de courant qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_e$ à $0,7 U_e$	135
4.1.5 ID qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_e$ à U_x	135
4.1.6 ID conforme au 4.1.5, qui se referme toutefois automatiquement après le rétablissement de la tension d'alimentation	135
4.2 Selon les possibilités de réglage du courant différentiel de fonctionnement.....	135
4.2.1 ID avec un seul courant différentiel de fonctionnement assigné	135
4.2.2 ID avec plusieurs réglages du courant différentiel de fonctionnement par pas fixes	135
4.3 Selon leur fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel.....	135
4.3.1 ID de type AC	135
4.3.2 ID de type A	135
4.4 Selon la temporisation (en présence d'un courant différentiel résiduel)	135
4.4.1 ID non temporisé: type pour usage général.....	135
4.4.2 ID temporisé: type S pour la sélectivité	135
4.5 Selon la protection contre les influences externes.....	136
4.5.1 ID de type fermé (qui n'exige pas l'utilisation d'une enveloppe appropriée).....	136
4.5.2 ID de type ouvert (pour utilisation avec une enveloppe appropriée)	136
4.6 Selon la méthode de montage.....	136
4.6.1 ID pour montage en saillie	136
4.6.2 ID à encastrer.....	136
4.6.3 ID pour montage en tableau, aussi appelé ID pour tableau de distribution.....	136
4.7 Selon le mode de connexion	136
4.7.1 ID dont les connexions électriques ne sont pas associées au dispositif de fixation mécanique	136
4.7.2 ID dont les connexions électriques sont associées au dispositif de fixation mécanique.....	136
4.8 Selon le type de borne	136
4.8.1 ID avec bornes à vis pour conducteurs en cuivre	136
4.8.2 ID avec bornes sans vis pour conducteurs en cuivre.....	136

4.8.3	ID avec bornes plates à connexion rapide pour conducteurs en cuivre	136
4.8.4	ID avec bornes à vis pour conducteurs en aluminium.....	136
4.9	Selon le nombre de pôles et de voies de courant	136
4.9.1	ID unipolaires avec deux voies de courant.....	136
4.9.2	ID bipolaires	136
4.9.3	ID tripolaires	136
4.9.4	ID tripolaires avec quatre voies de courant	136
4.9.5	ID tétrapolaires	136
5	Caractéristiques des ID	137
5.1	Récapitulatif des caractéristiques.....	137
5.2	Grandeurs assignées et autres caractéristiques.....	137
5.2.1	Tensions assignées	137
5.2.2	Courant assigné (I_n).....	137
5.2.3	Fréquence assignée	138
5.2.4	Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	138
5.2.5	Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$).....	138
5.2.6	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$).....	138
5.2.7	Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$).....	138
5.2.8	Courant conditionnel assigné de court-circuit (I_{nc})	138
5.2.9	Courant différentiel conditionnel assigné de court-circuit ($I_{\Delta c}$).....	138
5.2.10	Caractéristiques de fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel	138
5.2.11	ID de type S	139
5.3	Valeurs normalisées et préférentielles	139
5.3.1	Valeurs normalisées de la tension d'emploi assignée (U_e).....	139
5.3.2	Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n).....	139
5.3.3	Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$).....	139
5.3.4	Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$).....	139
5.3.5	Valeurs préférentielles de la fréquence assignée	139
5.3.6	Valeurs normalisées de la tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}).....	139
5.3.7	Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse d'ID de types AC et A	140
5.3.8	Valeur limite normalisée de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge qui traverse un ID avec deux voies de courant.....	140
5.3.9	Valeur minimale normalisée de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge monophasée qui traverse un ID tripolaire ou tétrapolaire	140
5.3.10	Valeur minimale normalisée du pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)	140
5.3.11	Valeur minimale normalisée du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$).....	140
5.3.12	Valeurs normalisées et préférentielles du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	140
5.3.13	Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel assigné de court-circuit ($I_{\Delta c}$).....	141
6	Marquage et autres informations sur le produit	141

7	Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation.....	142
7.1	Conditions normalisées.....	142
7.2	Conditions d'installation.....	142
7.3	Degré de pollution.....	142
8	Exigences de construction et de fonctionnement.....	142
8.1	Conception mécanique.....	142
8.1.1	Généralités.....	142
8.1.2	Mécanisme.....	143
8.1.3	Distances d'isolement, lignes de fuite et isolation solide.....	145
8.1.4	Vis, parties qui transportent le courant et connexions.....	146
8.1.5	Bornes pour conducteurs externes.....	147
8.2	Protection contre les chocs électriques.....	149
8.3	Propriétés diélectriques et aptitude au sectionnement.....	149
8.4	Échauffement.....	150
8.4.1	Généralités.....	150
8.4.2	Limites d'échauffement.....	150
8.4.3	Température de l'air ambiant.....	150
8.5	Caractéristiques de fonctionnement.....	150
8.5.1	Généralités.....	150
8.5.2	Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel.....	150
8.5.3	Fonctionnement en présence d'un courant différentiel résiduel supérieur ou égal à $I_{\Delta n}$	151
8.6	Endurance mécanique et électrique.....	151
8.7	Tenue aux courants de court-circuit.....	151
8.8	Résistance aux secousses et aux chocs mécaniques.....	151
8.9	Résistance à la chaleur.....	152
8.10	Résistance à la chaleur anormale et au feu.....	152
8.11	Dispositif de contrôle.....	152
8.12	Vacant.....	152
8.13	Comportement des ID en cas de surintensité dans le circuit principal.....	152
8.14	Comportement des ID en cas d'ondes de courant produites par des surtensions.....	153
8.15	Fiabilité.....	153
8.16	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	153
8.17	Résistance aux surtensions temporaires (TOV).....	153
9	Essais.....	153
9.1	Généralités.....	153
9.2	Conditions d'essai.....	154
9.3	Essai d'indélébilité du marquage.....	155
9.4	Essai de fiabilité des vis, des parties qui transportent le courant et des connexions.....	155
9.5	Essai de fiabilité des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre.....	156
9.6	Vérification de la protection contre les chocs électriques.....	157
9.7	Essai des propriétés diélectriques.....	158
9.7.1	Résistance à l'humidité.....	158
9.7.2	Résistance d'isolement du circuit principal.....	158
9.7.3	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	159
9.7.4	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des circuits auxiliaires.....	160
9.7.5	Circuit secondaire des transformateurs de détection.....	160

9.7.6	Capacité des circuits de commande connectés au circuit principal à supporter des tensions continues élevées lors des mesurages d'isolement	160
9.7.7	Vérification des tensions de tenue aux chocs	161
9.8	Essai d'échauffement	163
9.8.1	Température de l'air ambiant	163
9.8.2	Procédure d'essai	163
9.8.3	Mesurage de la température des parties	163
9.8.4	Échauffement d'une partie	163
9.9	Vérification des caractéristiques de fonctionnement	163
9.10	Vérification de l'endurance mécanique et électrique	164
9.10.1	Conditions générales d'essai	164
9.10.2	Procédure d'essai	164
9.10.3	État de l'ID après l'essai	165
9.11	Vérification du comportement des ID dans des conditions de court-circuit	165
9.11.1	Liste des essais de court-circuit	165
9.11.2	Essais de court-circuit	165
9.12	Vérification de la résistance aux secousses et aux chocs mécaniques	172
9.12.1	Secousses mécaniques	172
9.12.2	Chocs mécaniques	173
9.13	Essai de résistance à la chaleur	175
9.13.1	Essai sur l'ID complet	175
9.13.2	Essai à la bille	176
9.14	Essai de la résistance à la chaleur anormale et au feu	177
9.15	Vérification du mécanisme à déclenchement libre	178
9.16	Vérification du fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension d'emploi assignée	178
9.17	Vacant	179
9.18	Vérification du comportement des ID en cas de surintensité dans le circuit principal	179
9.19	Vérification du comportement des ID en cas d'ondes de courant produites par des surtensions	179
9.19.1	Essai d'onde de courant pour tous les ID (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie de 0,5 µs/100 kHz)	179
9.19.2	Vérification du comportement à des courants de choc inférieurs ou égaux à 3 000 A (essai de courant de choc de 8/20 µs)	180
9.20	Vérification de la fiabilité	180
9.20.1	Essai climatique	180
9.20.2	Essai à la température de 40 °C	182
9.21	Vérification de la tenue au vieillissement	183
9.22	Compatibilité électromagnétique (CEM)	183
9.23	Essai de la résistance à la rouille	183
9.24	Vérification du comportement de l'ID dans des conditions de surtension temporaire (TOV)	183
9.24.1	Généralités	183
9.24.2	Essai de TOV pour tous les ID	184
9.24.3	Essais supplémentaires pour les ID qui comportent une borne destinée à être connectée à la terre de protection	184
9.24.4	Vérification après les essais	184
Annexe A (normative)	Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre à l'essai en vue de la certification	215

Annexe B (normative) Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite.....	216
B.1 Généralités	216
B.2 Orientation et emplacement d'une ligne de fuite.....	216
B.3 Lignes de fuite pour lesquelles plusieurs matériaux sont utilisés	216
B.4 Lignes de fuite divisées par une partie conductrice flottante	216
B.5 Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement.....	216
Annexe C (normative) Montage pour la détection de l'émission de gaz ionisés pendant les essais de court-circuit	221
Annexe D (normative) Essais individuels de série	224
D.1 Généralités	224
D.2 Essai de déclenchement	224
D.3 Essai de rigidité diélectrique	224
D.4 Performance du dispositif de contrôle	224
Annexe E (informative) Méthodes de détermination du facteur de puissance de court-circuit.....	225
E.1 Généralités	225
E.2 Méthode I – Détermination à partir des composantes continues	225
E.3 Méthode II – Détermination à l'aide d'un générateur pilote	226
Annexe F (informative/normative) Vacant.....	227
Annexe G (informative/normative) Vacant	228
Annexe H (informative) Exemples de conceptions de bornes	229
Annexe I (informative) Correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG.....	232
Annexe J (informative) Programme d'essais de suivi pour les ID.....	233
J.1 Généralités	233
J.2 Programme d'essais de suivi.....	233
J.2.1 Généralités	233
J.2.2 Programme d'essais de suivi trimestriels	233
J.2.3 Programme d'essais de suivi annuels	233
J.2.4 Procédure de prélèvement.....	234
Annexe K (informative) DPCC pour les essais de court-circuit	237
K.1 Remarque préliminaire.....	237
K.2 Fils d'argent.....	237
K.3 Fusibles.....	238
K.4 Autres moyens.....	238
Bibliographie.....	239
Figure 1 – Doigt d'épreuve normalisé	196
Figure 2 – Vacant	197
Figure 3 – Vacant	197
Figure 4 – Vacant	197
Figure 5 – Schéma type pour tous les essais de court-circuit, sauf pour la vérification de l'aptitude en schéma IT	198
Figure 6 – Schéma type pour la vérification de l'aptitude en schéma IT.....	199
Figure 7 – Détail des impédances Z , Z_1 et Z_2	199
Figure 8 – Appareillage d'essai de secousse mécanique.....	200
Figure 9 – Appareillage d'essai de choc mécanique	201

Figure 10 – Pièce de frappe pour l'appareillage d'essai de choc au pendule	202
Figure 11 – Support de montage de l'échantillon pour l'essai de choc mécanique	203
Figure 12 – Exemple de montage d'un ID ouvert ou d'un ID à encastrer pour l'essai de choc mécanique.....	204
Figure 13 – Exemple de montage d'un ID pour montage en tableau pour l'essai de choc mécanique.....	205
Figure 14 – Application de la force dans l'essai mécanique des ID pour montage sur rail....	206
Figure 15 – Appareillage d'essai de pression à la bille	206
Figure 16 – Onde de courant sinusoïdale fortement amortie de 0,5 µs/100 kHz	207
Figure 17 – Circuit d'essai pour l'essai d'onde sinusoïdale fortement amortie des ID	207
Figure 18 – Onde de courant de choc de 8/20 µs	208
Figure 19 – Circuit d'essai pour l'essai de courant de choc des ID	208
Figure 20 – Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité	209
Figure 21 – Cycle d'essai de fiabilité.....	210
Figure 22 – Vacant	210
Figure 23 – Exemples d'enregistrements pour les essais de court-circuit	211
Figure 24 – Circuit d'essai pour la vérification du comportement dans les conditions de surtension temporaire (TOV) des ID avec une borne destinée à être reliée à la terre de protection	212
Figure 25 – Appareillage d'essai pour la vérification des valeurs minimales de I^2t et I_p que l'ID doit supporter.....	213
Figure 26 – Vacant	213
Figure 27 – Représentation schématique pour l'essai au fil incandescent	214
Figure B.1 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 1	217
Figure B.2 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 2	217
Figure B.3 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 3	217
Figure B.4 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 4	218
Figure B.5 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 5	218
Figure B.6 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 6	218
Figure B.7 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 7	219
Figure B.8 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 8	219
Figure B.9 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 9	219
Figure B.10 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 10	220
Figure B.11 – Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement: Exemple 11	220
Figure C.1 – Exemple de montage d'essai	222
Figure C.2 – Grille	223
Figure C.3 – Circuit de grille	223
Figure H.1 – Exemples de bornes à trou	229
Figure H.2 – Exemples de bornes à serrage sous tête de vis et de bornes à goujon fileté	230
Figure H.3 – Exemples de bornes à plaquette.....	231
Figure H.4 – Exemples de bornes pour cosses et barrettes.....	231
Tableau 1 – Marquage	185
Tableau 2 – Vacant.....	186

Tableau 3 – Vacant.....	186
Tableau 4 – Vacant.....	186
Tableau 5 – Vacant.....	186
Tableau 6 – Vacant.....	186
Tableau 7 – Vacant.....	186
Tableau 8 – Vacant.....	186
Tableau 9 – Vacant.....	186
Tableau 10 – Vacant.....	186
Tableau 11 – Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse pour courants résiduels alternatifs (valeurs efficaces) d'ID de types AC et A ..	186
Tableau 12 – Valeurs maximales normalisées du temps de fonctionnement pour courants de défaut d'une demi-onde (valeurs efficaces) d'ID de type A ..	187
Tableau 13 – Vacant.....	187
Tableau 14 – Limites du courant de déclenchement.....	187
Tableau 15 – Vacant.....	187
Tableau 16 – Vacant.....	187
Tableau 17 – Vacant.....	187
Tableau 18 – Vacant.....	187
Tableau 19 – Tension de tenue aux chocs assignée en fonction de la tension nominale de l'installation.....	187
Tableau 20 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales.....	188
Tableau 21 – Tension d'essais des circuits auxiliaires	190
Tableau 22 – Tension d'essai pour la vérification de la tension assignée de tenue aux chocs.....	190
Tableau 23 – Tension d'essai en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs de l'ID et de l'altitude où est effectué l'essai, pour la vérification de l'aptitude au sectionnement	190
Tableau 24 – Sections connectables des conducteurs en cuivre pour bornes à vis	191
Tableau 25 – Conducteurs d'essai en cuivre qui correspondent aux courants assignés.....	191
Tableau 26 – Diamètres des filetages et couples appliqués	191
Tableau 27 – Forces de traction.....	192
Tableau 28 – Valeurs des échauffements.....	192
Tableau 29 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai	192
Tableau 30 – Valeurs de tenue et durée des surtensions temporaires.....	192
Tableau 31 – Vacant.....	193
Tableau 32 – Vacant.....	193
Tableau 33 – Vacant.....	193
Tableau 34 – Vacant.....	193
Tableau 35 – Essais à effectuer pour vérifier le comportement des ID dans des conditions de court-circuit	193
Tableau 36 – Valeurs minimales de I^2t et I_p	193
Tableau 37 – Vacant.....	194
Tableau 38 – Vacant.....	194
Tableau 39 – Vacant.....	194
Tableau 40 – Vacant.....	194

Tableau 41 – Vacant	194
Tableau 42 – Vacant	194
Tableau 43 – Vacant	194
Tableau 44 – Vacant	194
Tableau 45 – Vacant	194
Tableau 46 – Valeurs de tension d'emploi assignée normalisées	194
Tableau 47 – Valeur des grandeurs d'influence	195
Tableau J.1 – Séquences d'essais pendant les inspections de suivi	234
Tableau J.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à l'essai	236
Tableau K.1 – Indication des diamètres du fil d'argent en fonction des courants assignés et des courants de court-circuit	237

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES À COURANT DIFFÉRENTIEL
RÉSIDUEL SANS DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES
SURINTENSITÉS INCORPORÉ POUR USAGES DOMESTIQUES
ET ANALOGUES (ID) –****Partie 1: Règles générales****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61008-1 a été établie par le sous-comité 23E: Disjoncteurs et appareillage similaire pour usage domestique, du comité d'études 23 de l'IEC: Petit appareillage. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2010, l'Amendement 1:2012 et l'Amendement 2:2013. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) harmonisation de tous les articles entre les séries IEC 61008, IEC 61009 et IEC 60755 par une approche fondée sur les blocs et les modules;
- b) harmonisation de tous les tableaux et figures entre les séries IEC 61008, IEC 61009 et IEC 60755;
- c) les termes et définitions renvoient désormais à l'IEC 62873-2;
- d) modification du 4.1 relatif à la classification selon les conditions d'alimentation;
- e) de nouveaux paragraphes 8.17 et 9.24 ont été ajoutés pour les exigences et les essais de résistance aux surtensions temporaires (TOV);
- f) amélioration du 9.8 relatif à l'essai des propriétés diélectriques;
- g) les essais des bornes sans vis, des bornes plates à connexion rapide et des conducteurs en aluminium renvoient désormais à la série IEC 62873-3.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
23E/1368/FDIS	23E/1385/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La présente Norme internationale doit être utilisée conjointement avec la norme de produit appropriée, c'est-à-dire l'IEC 61008-2-1:2024 ou l'IEC 61008-2-2:2024. La norme IEC 61008-2-1:2024 ou IEC 61008-2-2:2024 ainsi choisie doit être appliquée de manière cohérente tout au long de la norme.

Afin de conserver la même structure dans les séries IEC 61008 et IEC 61009, certains éléments qui ne s'appliquent pas à un appareillage particulier couvert par le domaine d'application du présent document portent la mention "Vacant".

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- déclarations de conformité: caractères *italiques*;
- autres déclarations: caractères normaux.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61008, publiées sous le titre général *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID)*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Le présent document a pour objet d'harmoniser, dans la mesure du possible, toutes les règles et exigences d'ordre général qui s'appliquent aux ID afin d'uniformiser les exigences et les essais et de se dispenser d'effectuer des essais par rapport à des normes différentes.

Toutes les parties qui peuvent être considérées comme étant d'ordre général (par exemple, échauffement, propriétés diélectriques, etc.) ont par conséquent été regroupées dans ce document.

Pour chaque type d'ID, deux documents principaux seulement sont utilisés pour déterminer l'ensemble des exigences et des essais:

- 1) le présent document;
- 2) la norme de produit appropriée qui couvre les ID:
 - IEC 61008-2:1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 2-1: ID conformes à la classification en 4.1.1; ou*
 - IEC 61008-2:2, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 2-2: ID conformes à la classification en 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 et 4.1.6.*

Pour les ID de types F et B, l'IEC 62423 s'applique en plus de la série IEC 61008.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61008-1:2024

INTERRUPTEURS AUTOMATIQUES À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL SANS DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS INCORPORÉ POUR USAGES DOMESTIQUES ET ANALOGUES (ID) –

Partie 1: Règles générales

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences générales et les essais relatifs aux interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ci-après appelés ID), de tension d'emploi assignée inférieure ou égale à 440 V en courant alternatif avec une fréquence assignée de 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz et un courant assigné inférieur ou égal à 125 A, destinés principalement à la protection contre les chocs électriques.

Les ID sont destinés à la protection en cas de défaut (précédemment appelée protection contre les contacts indirects), les parties métalliques accessibles de l'installation étant reliées à une prise de terre de valeur appropriée. Ils sont également destinés à être utilisés pour assurer la protection contre les dangers d'incendie dus à un courant de défaut persistant à la terre.

Les ID de courant différentiel de fonctionnement assigné inférieur ou égal à 30 mA sont utilisés à des fins de protection en cas de défaut et de protection supplémentaire en cas de défaillance des autres mesures de protection contre les chocs électriques.

Le présent document s'applique aux ID qui remplissent à la fois les fonctions de détection du courant différentiel résiduel, de comparaison de la valeur de ce courant à une valeur de fonctionnement différentiel et d'ouverture du circuit protégé lorsque le courant différentiel résiduel dépasse cette valeur.

NOTE 1 Les exigences relatives aux ID sont conformes aux exigences de la publication groupée de sécurité IEC 60755.

NOTE 2 Les ID de types AC et A sont couverts par la série IEC 61008. Les ID de types F et B sont couverts par l'IEC 62423 en plus de la série IEC 61008.

NOTE 3 Les règles d'installation et de sélection des ID sont indiquées dans la série IEC 60364.

NOTE 4 Les règles d'installation et d'application des ID en Afrique du Sud sont spécifiées dans le document SANS 10142-1.

Les ID sont destinés à être utilisés par des personnes ordinaires ou non formées, et sont conçus de façon à n'exiger aucune maintenance.

Les exigences du présent document s'appliquent pour des conditions normales (voir 7.1). Des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires pour les ID utilisés dans des emplacements, où les conditions d'environnement sont sévères. Les ID qui relèvent du domaine d'application du présent document sont destinés à être utilisés dans un environnement qui présente un degré de pollution 2 (voir 7.3).

NOTE 5 Pour les environnements présentant des degrés de pollution plus élevés, des enveloppes qui procurent le degré de protection approprié peuvent être utilisées.

NOTE 6 Pour les ID qui procurent un degré de protection supérieur à IP20, des conceptions spéciales peuvent être exigées.

Les ID sont adaptés au sectionnement.

Des précautions particulières (par exemple, des dispositifs de protection contre les surtensions) peuvent être nécessaires lorsque des surtensions excessives sont susceptibles de se produire côté alimentation (par exemple, dans le cas d'une alimentation par lignes aériennes) (voir l'IEC 60364-4-44 et l'IEC 60364-5-53).

Les ID, à l'exception de ceux qui ont un neutre non coupé, sont adaptés à une utilisation en schéma IT.

Les ID de type général sont résistants aux ondes de courant, y compris dans le cas où des surtensions (dues à des transitoires de manœuvre ou induites par des coups de foudre) produisent des courants de charge dans l'installation sans qu'il se produise d'amorçage.

Les ID de type S sont considérés comme suffisamment résistants aux déclenchements intempestifs, même si la surtension provoque un amorçage et qu'un courant de fuite se produit.

NOTE 7 Les dispositifs de protection contre les surtensions installés en aval d'un ID de type général et connectés en mode commun peuvent provoquer des déclenchements intempestifs.

Des exigences particulières sont nécessaires pour les ID destinés à être utilisés à des fréquences autres que 50 Hz ou 60 Hz.

Pour les ID incorporés dans des socles de prises de courant ou destinés seulement à être associés à ces derniers, les exigences du présent document peuvent être utilisées, dans la mesure du possible, conjointement avec les exigences de l'IEC 60884-1 ou les exigences nationales du pays où le produit est mis sur le marché.

NOTE 8 Les dispositifs différentiels résiduels (DDR) incorporés dans des socles de prises de courant ou destinés seulement à être associés à ces derniers sont également couverts par l'IEC 62640.

NOTE 9 Au Danemark, les fiches et socles de prises de courant sont conformes aux exigences de la Section 107 des réglementations relatives aux courants de forte intensité.

NOTE 10 Au Royaume-Uni, la partie fiche associée à un ID est conforme à la BS 1363-1 et le ou les socles de prises de courant associés à un ID sont conformes à la BS 1363-2. Au Royaume-Uni, il n'est pas nécessaire que la partie fiche et le ou les socles de prises de courant associés à un ID soient conformes aux exigences de l'IEC 60884-1.

NOTE 11 En Afrique du Sud, les ID sont appelés interrupteurs de fuite à la terre (ELSW, *Earth Leakage Switch*).

Le présent document ne s'applique pas:

- aux ID dont le courant de réglage est réglable sans l'aide d'un outil;
- aux ID qui comportent des batteries.

Le présent document n'est pas destiné à être utilisé seul; il est destiné à être utilisé conjointement avec la norme de produit appropriée IEC 61008-2-1 ou IEC 61008-2-2.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-2, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

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

IEC 60068-3-4:2023, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

IEC 60228, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*, disponible à l'adresse <https://www.graphical-symbols.info/equipment>

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 61008-2-1:2024, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 2-1: ID conformes à la classification en 4.1.1*

IEC 61008-2-2:2024, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 2-2: ID conformes à la classification en 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 et 4.1.6*

IEC 61032, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 62873-2, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 2: Residual current devices (RCDs) – Vocabulary* (disponible en anglais seulement)

IEC 62873-3-1, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-1: Particular requirements for devices with screwless-type terminals for external copper conductors* (disponible en anglais seulement)

IEC 62873-3-2, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-2: Particular requirements for devices with flat quick-connect terminations* (disponible en anglais seulement)

IEC 62873-3-3, *Residual current operated circuit-breakers for household and similar use – Part 3-3: Specific requirements for devices with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 62873-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>

3.1

partie active

partie sous tension

<installations et matériels électriques> partie conductrice destinée à être sous tension dans des conditions normales de fonctionnement, y compris le conducteur de neutre et le conducteur de point milieu, à l'exception toutefois du conducteur PEN, du conducteur PEM et du conducteur PEL

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19]

3.2

terre fonctionnelle

FE

fil ou borne destiné à être connecté à la terre de protection pour continuer d'assurer l'alimentation de l'ID lorsque ce dernier est alimenté par une seule phase

Note 1 à l'article: L'abréviation "FE" est dérivée du terme anglais développé correspondant "functional earth".

3.3

tension phase-neutre

U_o

tension entre un conducteur de phase et un conducteur neutre

4 Classification

4.1 Selon les conditions d'alimentation

4.1.1 ID qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel

- compris dans la plage de tensions de $1,1 U_o$ à zéro volt; et
- quel que soit le nombre de conducteurs d'alimentation connectés.

L'ID ne s'ouvre pas automatiquement en cas de perte d'alimentation.

4.1.2 ID avec 2 ou 4 voies de courant qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_o$ à 85 V

L'ID ne s'ouvre pas automatiquement en cas de perte d'alimentation.

NOTE 1 En Chine, la valeur limite inférieure de 50 V (entre phase et neutre) est exigée (pour l'ID dont $I_{\Delta n} \leq 30$ mA) au lieu de 85 V.

NOTE 2 Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.1.3 ID conforme au 4.1.2 qui comporte une terre fonctionnelle (FE) et qui est capable de continuer à assurer une protection lorsqu'il est alimenté entre une seule phase et la FE

4.1.3.1 Ne s'ouvre pas automatiquement en cas de perte d'alimentation et continue de fournir une protection par courant différentiel résiduel en cas d'alimentation assurée par une seule phase et la FE

NOTE Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.1.3.2 Ne s'ouvre pas automatiquement en cas de perte d'une ou de plusieurs phases et fournit une protection en s'ouvrant automatiquement s'il est alimenté par une seule phase et la FE

NOTE Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.1.4 ID avec 3 voies de courant qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_e$ à $0,7 U_e$

L'ID ne s'ouvre pas automatiquement en cas de perte d'alimentation.

Ces dispositifs ne sont pas destinés à être alimentés par des circuits monophasés.

NOTE Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.1.5 ID qui fonctionne correctement en cas de courant différentiel résiduel compris dans la plage de tensions de $1,1 U_e$ à U_x

Le dispositif s'ouvre automatiquement, avec ou sans retard, en cas de chute de la tension d'alimentation à une valeur inférieure à U_x .

NOTE Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.1.6 ID conforme au 4.1.5, qui se referme toutefois automatiquement après le rétablissement de la tension d'alimentation

NOTE Les dispositifs relevant de cette classification ne sont pas admis en Allemagne.

4.2 Selon les possibilités de réglage du courant différentiel de fonctionnement

4.2.1 ID avec un seul courant différentiel de fonctionnement assigné

4.2.2 ID avec plusieurs réglages du courant différentiel de fonctionnement par pas fixes

4.3 Selon leur fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel

4.3.1 ID de type AC

NOTE Dans certains pays, l'utilisation d'ID de type AC n'est pas admise: Allemagne

4.3.2 ID de type A

4.4 Selon la temporisation (en présence d'un courant différentiel résiduel)

4.4.1 ID non temporisé: type pour usage général

4.4.2 ID temporisé: type S pour la sélectivité

4.5 Selon la protection contre les influences externes

4.5.1 ID de type fermé (qui n'exige pas l'utilisation d'une enveloppe appropriée)

4.5.2 ID de type ouvert (pour utilisation avec une enveloppe appropriée)

4.6 Selon la méthode de montage

4.6.1 ID pour montage en saillie

4.6.2 ID à encastrer

4.6.3 ID pour montage en tableau, aussi appelé ID pour tableau de distribution

NOTE Ces types peuvent être destinés à être montés sur des rails.

4.7 Selon le mode de connexion

4.7.1 ID dont les connexions électriques ne sont pas associées au dispositif de fixation mécanique

4.7.2 ID dont les connexions électriques sont associées au dispositif de fixation mécanique

NOTE Exemples de ce type:

- type enfichable;
- type à fixation par boulons;
- type à vis.

Certains ID peuvent être de type enfichable ou à fixation par boulons du côté de l'alimentation uniquement, les bornes de sortie étant les bornes habituellement utilisées pour la connexion des circuits.

4.8 Selon le type de borne

4.8.1 ID avec bornes à vis pour conducteurs en cuivre

4.8.2 ID avec bornes sans vis pour conducteurs en cuivre

NOTE Les exigences connexes en matière de bornes pour les ID équipés de ces types de bornes sont spécifiées dans l'IEC 62873-3-1.

4.8.3 ID avec bornes plates à connexion rapide pour conducteurs en cuivre

NOTE Les exigences connexes en matière de bornes pour les ID équipés de ces types de bornes sont spécifiées dans l'IEC 62873-3-2.

4.8.4 ID avec bornes à vis pour conducteurs en aluminium

NOTE Les exigences connexes en matière de bornes pour les ID équipés de ce type de borne sont spécifiées dans l'IEC 62873-3-3.

4.9 Selon le nombre de pôles et de voies de courant

4.9.1 ID unipolaires avec deux voies de courant

NOTE Dans ce cas, la voie neutre ne contient aucun contact de commutation.

4.9.2 ID bipolaires

4.9.3 ID tripolaires

4.9.4 ID tripolaires avec quatre voies de courant

NOTE Dans ce cas, la voie neutre ne contient aucun contact de commutation.

4.9.5 ID tétrapolaires

5 Caractéristiques des ID

5.1 Récapitulatif des caractéristiques

Les caractéristiques d'un ID doivent être indiquées comme suit:

- tensions assignées (voir 5.2.1);
- courant assigné I_n (voir le 5.2.2);
- fréquence assignée (voir 5.2.3);
- pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m (voir le 5.2.4);
- courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ (voir le 5.2.5);
- courant différentiel de non-fonctionnement assigné $I_{\Delta no}$ (voir le 5.2.6);
- pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$ (voir le 5.2.7);
- temporisation, le cas échéant (voir 5.2.11);
- caractéristiques de fonctionnement en cas de courants différentiels résiduels qui comportent une composante continue (voir le 5.2.10);
- courant conditionnel assigné de court-circuit I_{nc} (voir le 5.2.8);
- courant différentiel conditionnel assigné de court-circuit $I_{\Delta c}$ (voir le 5.2.9);
- degré de protection (voir l'IEC 60529).

5.2 Grandeurs assignées et autres caractéristiques

5.2.1 Tensions assignées

5.2.1.1 Tension d'emploi assignée (U_e)

La tension d'emploi assignée d'un ID est la valeur de la tension attribuée par le fabricant, à laquelle se rapportent ses performances.

NOTE Plusieurs tensions d'emploi assignées et caractéristiques de performances associées peuvent être attribuées à un même ID.

5.2.1.2 Tension d'isolement assignée (U_i)

La tension d'isolement assignée est par hypothèse égale à la tension d'emploi assignée maximale attribuée à l'ID.

Lorsque la tension d'isolement assignée attribuée par le fabricant dépasse la tension d'emploi assignée maximale de l'ID, les tensions d'essai diélectrique et les lignes de fuite doivent être choisies pour cette tension d'emploi assignée, conformément à l'IEC 60664-1.

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

La tension de tenue aux chocs assignée d'un ID doit être conforme aux valeurs normalisées indiquées dans le Tableau 19..

5.2.2 Courant assigné (I_n)

Le courant attribué par le fabricant que l'ID peut supporter en service ininterrompu.

5.2.3 Fréquence assignée

La fréquence assignée d'un ID est la fréquence industrielle pour laquelle l'ID est conçu et à laquelle correspondent les valeurs des autres caractéristiques.

NOTE Un certain nombre de fréquences assignées peuvent être attribuées à un même ID.

5.2.4 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Valeur efficace de la composante alternative du courant présumé, attribuée par le fabricant, qu'un ID peut établir, supporter et couper dans des conditions spécifiées.

5.2.5 Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Valeur du courant différentiel de fonctionnement, attribuée par le fabricant, à laquelle l'ID doit fonctionner dans les conditions spécifiées.

Pour les ID qui ont plusieurs réglages de courant différentiel de fonctionnement, le réglage le plus élevé est utilisé pour les caractériser.

5.2.6 Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

Valeur du courant différentiel de non-fonctionnement, à laquelle l'ID ne fonctionne pas dans les conditions spécifiées. La valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement est définie en 5.3.4.

5.2.7 Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

Valeur efficace de la composante alternative du courant différentiel présumé, attribuée par le fabricant, qu'un ID peut établir, supporter et couper dans les conditions spécifiées.

5.2.8 Courant conditionnel assigné de court-circuit (I_{nc})

Valeur efficace du courant présumé, attribuée par le fabricant, qu'un ID protégé par un DPCC spécifié peut supporter dans les conditions spécifiées sans subir d'altérations qui compromettent son fonctionnement.

5.2.9 Courant différentiel conditionnel assigné de court-circuit ($I_{\Delta c}$)

Valeur du courant différentiel présumé, attribuée par le fabricant, qu'un ID protégé par un DPCC spécifié peut supporter dans les conditions spécifiées sans subir d'altérations qui compromettent son fonctionnement.

5.2.10 Caractéristiques de fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel

5.2.10.1 ID de type AC

ID pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux, qu'ils soient brusquement appliqués ou qu'ils augmentent lentement.

5.2.10.2 ID de type A

ID pour lequel le déclenchement est assuré:

- comme pour le type AC;
- pour les courants différentiels résiduels continus pulsés; et
- pour les courants différentiels résiduels continus pulsés superposés à un courant continu lissé de 0,006 A

avec ou sans commande de l'angle de phase, indépendamment de la polarité, qu'ils soient brusquement appliqués ou qu'ils augmentent lentement.

5.2.11 ID de type S

ID temporisé qui est conforme à la partie correspondante du Tableau 11 ou du Tableau 12, le cas échéant.

5.3 Valeurs normalisées et préférentielles

5.3.1 Valeurs normalisées de la tension d'emploi assignée (U_e)

Les valeurs préférentielles de la tension d'emploi assignée sont indiquées dans le Tableau 46.

5.3.2 Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n)

Les valeurs préférentielles du courant assigné sont les suivantes:

6 A – 8 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 50 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A.

5.3.3 Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné sont:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A – 0,1 A – 0,3 A – 0,5 A.

NOTE En Corée du Sud et au Japon, les valeurs de 0,015 A, 0,2 A et 1 A sont également considérées comme des valeurs normalisées.

5.3.4 Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

La valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement est $0,5 I_{\Delta n}$.

NOTE Pour les courants différentiels résiduels continus pulsés, les courants différentiels de non-fonctionnement dépendent de l'angle de phase (voir Tableau 14).

5.3.5 Valeurs préférentielles de la fréquence assignée

Les valeurs préférentielles de la fréquence assignée sont 50 Hz, 60 Hz et 50/60 Hz.

Si une autre valeur est utilisée, la fréquence assignée doit être marquée sur le dispositif et les essais doivent être effectués à cette fréquence.

5.3.6 Valeurs normalisées de la tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le Tableau 19 donne les valeurs normalisées des tensions assignées de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation.

5.3.7 Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse d'ID de types AC et A

5.3.7.1 Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse pour courants résiduels alternatifs (valeurs efficaces) d'ID de types AC et A

Les valeurs limites normalisées sont indiquées dans le Tableau 11.

NOTE Aux États-Unis, où les temps de fonctionnement sont particulièrement liés au courant, les formules suivantes s'appliquent:

$$t = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43} \text{ pour les défauts très résistants et } t = 1,25 \left(\frac{10}{I}\right)^{1,43} \text{ pour les défauts peu résistants.}$$

5.3.7.2 Valeurs maximales normalisées du temps de fonctionnement pour courants de défaut d'une demi-onde (valeurs efficaces) d'ID de type A

Les valeurs limites normalisées sont indiquées dans le Tableau 12.

5.3.8 Valeur limite normalisée de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge qui traverse un ID avec deux voies de courant

La valeur minimale normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement est $6 I_n$.

5.3.9 Valeur minimale normalisée de la surintensité de non-fonctionnement dans le cas d'une charge monophasée qui traverse un ID tripolaire ou tétrapolaire

La valeur minimale normalisée de la surintensité de non-fonctionnement en cas de charge monophasée qui traverse un ID tripolaire ou tétrapolaire est de $6 I_n$.

5.3.10 Valeur minimale normalisée du pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)

La valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m est de $10 I_n$ ou de 500 A, si cette valeur est la plus élevée.

5.3.11 Valeur minimale normalisée du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$) est de $10 I_n$ ou de 500 A, si cette valeur est la plus élevée.

5.3.12 Valeurs normalisées et préférentielles du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Jusqu'à 10 000 A inclus, les valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} sont les suivantes:

$$3\,000\text{ A} - 4\,500\text{ A} - 6\,000\text{ A} - 10\,000\text{ A}.$$

NOTE En Corée du Sud, les valeurs de 1 000 A, 1 500 A, 2 000 A, 2 500 A, 7 500 A et 9 000 A sont également considérées comme des valeurs normalisées.

Pour les valeurs supérieures à 10 000 A jusqu'à 25 000 A inclus, une valeur préférentielle est 20 000 A.

Les valeurs supérieures à 25 000 A ne sont pas prises en considération dans le présent document.

5.3.13 Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel assigné de court-circuit ($I_{\Delta c}$)

Jusqu'à 10 000 A inclus, les valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ sont les suivantes:

3 000 A – 4 500 A – 6 000 A – 10 000 A.

Les valeurs de 500 A, 1 000 A et 1 500 A sont aussi normalisées pour les ID incorporés dans des socles de prises de courant ou destinés à être associés à ces derniers.

Pour les valeurs supérieures à 10 000 A jusqu'à 25 000 A inclus, une valeur préférentielle est 20 000 A.

Les valeurs supérieures à 25 000 A ne sont pas prises en considération dans le présent document.

6 Marquage et autres informations sur le produit

Chaque ID doit porter les marquages indiqués dans le Tableau 1 de manière durable.

L'aptitude au sectionnement, qui est assurée par tous les ID spécifiés dans le présent

document, peut être indiquée par le symbole  (IEC 60417-6169-1:2012-08) marqué sur l'appareil. S'il est marqué sur l'appareil, il peut être inclus dans un schéma de câblage, où il peut être combiné avec les symboles d'autres fonctions.

NOTE En Australie, il est obligatoire d'apposer ce symbole sur le disjoncteur, mais il n'est pas exigé qu'il soit visible après installation.

Lorsque le symbole est utilisé seul (et non pas dans un schéma de câblage), il n'est pas admis de l'associer au symbole d'autres fonctions.

Si un degré de protection supérieur à IP20, conformément à l'IEC 60529, est marqué sur l'appareil, celui-ci doit le respecter, quelle que soit la méthode d'installation. Si le degré de protection plus élevé n'est procuré que par une méthode spécifique d'installation et/ou en employant des accessoires particuliers (par exemple, couvre-bornes, enveloppes, etc.), cela doit être spécifié dans les informations sur le produit.

Le fabricant doit déclarer les valeurs de tenue à l'énergie thermique I^2t et du courant de crête I_p de l'ID. Lorsque ces valeurs ne sont pas déclarées, les valeurs minimales indiquées dans le Tableau 36 s'appliquent.

Le fabricant doit indiquer la désignation du type ou le numéro de catalogue d'un ou de plusieurs DPCC qui figurent dans ses informations sur le produit.

Pour les ID autres que ceux manœuvrés au moyen d'un bouton-poussoir, la position ouverte doit être indiquée par le symbole "O" (un cercle) IEC 60417-5008:2002-10 et la position fermée par le symbole "I" (trait vertical court) IEC 60417-5007:2002-10. L'emploi de symboles nationaux supplémentaires peut être exigé pour cette indication. Ces indications doivent être facilement lisibles quand l'ID est installé.

Pour les ID manœuvrés au moyen de deux boutons-poussoirs, le bouton-poussoir destiné à la manœuvre d'ouverture seulement doit être de couleur rouge et/ou être marqué du symbole "O".

La couleur rouge ne doit être utilisée pour aucun autre bouton poussoir de l'ID.

Si un bouton poussoir est utilisé pour la fermeture des contacts et qu'il est clairement identifié comme tel, sa position enfoncée est suffisante pour indiquer la position fermée.

Si un seul bouton poussoir est utilisé pour la fermeture et l'ouverture des contacts et qu'il est identifié comme tel, le bouton restant dans sa position enfoncée est suffisant pour indiquer la position fermée. En revanche, si le bouton ne reste pas en position enfoncée, un moyen supplémentaire doit être fourni pour indiquer la position des contacts.

Les bornes destinées à la connexion du conducteur de protection, le cas échéant, doivent être indiquées par le symbole  (IEC 60417-5019:2006-08).

Bornes universelles:

- pas de marquage.

Bornes non universelles:

- les bornes prévues pour des conducteurs rigides massifs doivent être marquées par les lettres "sol";
- les bornes prévues pour des conducteurs rigides (massifs ou câblés) doivent être marquées par la lettre "r";
- les bornes prévues pour des conducteurs souples doivent être marquées par la lettre "f".

Il convient d'apposer le marquage des bornes non universelles sur l'appareil ou, si la place disponible n'est pas suffisante, sur le plus petit emballage ou dans les informations sur le produit.

Le marquage doit être indélébile, facilement lisible et ne pas être placé sur des vis, rondelles ou autres pièces démontables.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai du 9.3.

7 Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation

7.1 Conditions normalisées

Les ID doivent être capables de fonctionner dans les conditions normalisées indiquées dans le Tableau 47.

7.2 Conditions d'installation

Les ID doivent être installés selon les indications du fabricant.

7.3 Degré de pollution

Les ID sont destinés à un environnement qui présente un degré de pollution 2 (normalement, en cas de pollution non-conductrice). Toutefois, une conductivité temporaire due à la condensation peut parfois être attendue.

8 Exigences de construction et de fonctionnement

8.1 Conception mécanique

8.1.1 Généralités

Les ID doivent être conçus et construits de sorte que, en usage normal, leur fonctionnement soit sûr et qu'il ne présente aucun danger pour l'utilisateur ou l'environnement.

Le capteur de courant différentiel et le déclencheur différentiel doivent être situés entre les bornes d'entrée et de sortie de l'ID.

Il ne doit pas être possible de modifier les caractéristiques de fonctionnement de l'ID par des interventions extérieures autres que celles qui sont spécifiquement prévues pour modifier la valeur du courant différentiel de fonctionnement ou de la temporisation.

Le passage d'un réglage à un autre ne doit pas être possible sans l'aide d'un outil. Aucun procédé ne doit permettre de désactiver l'ID ou d'en empêcher le fonctionnement.

NOTE 1 En Autriche, en Australie, en Allemagne, au Danemark, en Italie, au Royaume-Uni, en Irlande et en Suisse, il n'est pas admis d'avoir plusieurs réglages.

Les ID aux réglages continuellement réglables ne sont pas admis.

Les dispositions relatives au déclenchement à distance de l'ID, le cas échéant, ne doivent pas:

- provoquer de courant vers le PE;
- provoquer de tension de défaut lorsqu'elles sont actionnées; et
- compromettre la fonction d'isolement de l'ID.

Les ID ne doivent pas être mis en fonctionnement par ajout d'une connexion externe pour créer intentionnellement un courant différentiel résiduel visant à déclencher l'ID.

NOTE 2 Cela n'exclut pas l'utilisation d'un ID avec une connexion de terre fonctionnelle.

NOTE 3 Cela n'exclut pas l'utilisation d'un instrument d'essai.

NOTE 4 Cette exigence ne s'applique pas au Japon.

8.1.2 Mécanisme

L'intégralité des pôles des ID multipolaires doivent être couplés mécaniquement de sorte que tous les pôles, à l'exception du pôle neutre, le cas échéant, se ferment et s'ouvrent effectivement ensemble, qu'ils soient manœuvrés manuellement ou automatiquement.

Le pôle neutre des ID tétrapolaires ne doit pas se fermer après et ne doit pas s'ouvrir avant les autres pôles.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais manuels en employant des moyens appropriés (par exemple, des indicateurs lumineux, un oscilloscope, etc.).

Les ID doivent avoir un mécanisme à déclenchement libre.

Il doit être possible d'ouvrir et de fermer les ID manuellement. Pour les ID de type enfichable sans organe de manœuvre, il n'est pas considéré que cette exigence est respectée par le fait que l'ID peut être retiré de son socle.

Les ID doivent être construits de telle façon que les contacts mobiles puissent rester uniquement dans la position fermée ou ouverte, même lorsque l'organe de manœuvre est relâché dans une position intermédiaire.

Les ID en position ouverte doivent avoir une distance de sectionnement qui respecte les exigences nécessaires pour satisfaire à la fonction de sectionnement (voir 8.3).

La position des contacts principaux doit être indiquée par l'un des deux ou les deux moyens suivants:

- la position de l'organe de manœuvre (cette solution étant privilégiée); ou
- un indicateur mécanique séparé.

Si un indicateur mécanique séparé est utilisé pour indiquer la position des contacts principaux, il doit être de couleur rouge pour la position de fermeture et de couleur verte pour la position d'ouverture.

NOTE Aux États-Unis, les couleurs rouge et verte ne sont pas utilisées pour indiquer la position des contacts.

Les moyens d'indication de la position des contacts doivent être fiables.

Les ID doivent être conçus de telle façon que l'organe de manœuvre, le plastron ou le capot ne puissent être correctement mis en place que d'une manière qui assure une indication correcte de la position des contacts.

Lorsque des moyens de verrouillage de l'organe de manœuvre en position d'ouverture sont fournis ou spécifiés par le fabricant, le verrouillage dans cette position doit être possible uniquement lorsque les contacts principaux sont en position ouverte.

Le verrouillage de l'organe de manœuvre dans la position fermée est admis.

La conformité est vérifiée par examen, conformément aux instructions du fabricant.

Lorsque l'organe de manœuvre est utilisé pour indiquer la position des contacts, celui-ci, dès lors qu'il est relâché, doit automatiquement prendre la position ou rester dans la position qui correspond à celle des contacts mobiles. Dans ce cas, l'organe de manœuvre doit avoir deux positions de repos distinctes qui correspondent à la position des contacts. Toutefois, pour l'ouverture automatique, une troisième position distincte de l'organe de manœuvre peut être prévue, auquel cas il doit être nécessaire de réarmer l'ID manuellement avant de pouvoir le refermer.

Lorsqu'il est fait usage d'un voyant lumineux, celui-ci doit être allumé et de couleur vive pour indiquer la position fermée de l'ID. Le voyant lumineux ne doit pas être la seule manière d'indiquer la position fermée.

Le fonctionnement du mécanisme ne doit pas être influencé par la position des enveloppes ou capots, et doit être indépendant des parties amovibles.

Un capot scellé en place par le fabricant est considéré comme une partie non amovible.

Si le capot est utilisé comme organe de guidage pour les boutons-poussoirs, il ne doit pas être possible d'enlever les boutons de l'extérieur de l'ID.

Les organes de manœuvre doivent être solidement fixés sur leurs axes, et il ne doit pas être possible de les retirer sans l'aide d'un outil.

Les organes de manœuvre directement fixés aux capots sont admis. Si un organe de manœuvre possède un mouvement de haut en bas et de bas en haut, les contacts doivent être fermés par le mouvement de bas en haut lorsque l'ID est monté comme en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen, par essai manuel et, pour le mécanisme à déclenchement libre, par les essais du 9.11 et du 9.15.

8.1.3 Distances d'isolement, lignes de fuite et isolation solide

8.1.3.1 Généralités

Les distances d'isolement et les lignes de fuite minimales exigées sont indiquées dans le Tableau 20 les valeurs sont données pour un ID conçu pour fonctionner dans des environnements qui présentent un degré de pollution 2.

Certaines parties des circuits imprimés connectées aux parties actives protégées contre la pollution par l'utilisation d'une protection de type 2 selon l'IEC 60664-3 sont dispensées de cette vérification.

Les matériaux isolants sont classés dans des groupes de matériaux en fonction de leur indice de résistance au cheminement (IRC), conformément à l'IEC 60664-1.

NOTE 1 L'indice de résistance au cheminement (IRC) est déclaré par le fabricant d'après des essais réalisés sur le matériau isolant.

NOTE 2 Des informations sur les exigences relatives à la conception de l'isolation solide sont fournies dans l'IEC 60664-1.

Pour les distances d'isolement des matériaux de circuits imprimés, la Note de bas de page c du Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2020 s'applique: "Pour les matériaux de circuits imprimés, les valeurs pour le degré de pollution 1 s'appliquent, excepté que les valeurs ne doivent pas être inférieures à 0,04 mm, comme cela est spécifié dans le Tableau F.5 de l'IEC 60664-1:2020. Afin de permettre cette réduction de distance d'isolement, une protection par soudure résistante de haute qualité constitue une exigence minimale".

Tous les mesurages exigés en 8.1.3 sont réalisés dans la séquence d'essais A sur un échantillon. Les essais spécifiés en 9.7 sont réalisés dans la séquence d'essais B sur trois échantillons.

8.1.3.2 Distances d'isolement

La conformité du point 1 du Tableau 20 est vérifiée par mesurage et par les essais du 9.7.7.3. L'essai est effectué sur des échantillons qui n'ont pas été soumis au traitement à l'humidité décrit en 9.7.1.

La conformité des points 2 et 4 du Tableau 20 est vérifiée par mesurage et, si les distances d'isolement sont réduites, par les essais du 9.7.7.2.

Les distances d'isolement des points 2 et 4 du Tableau 20 (à l'exception des surfaces accessibles après l'installation; voir ci-dessous) peuvent être réduites sous réserve que les distances d'isolement mesurées ne soient pas inférieures à la valeur minimale admise dans l'IEC 60664-1 en conditions de champs homogènes. Dans ce cas, la conformité des points 2 et 4 est toujours vérifiée par l'essai spécifié en 9.7.7.2.

Les surfaces accessibles après l'installation désignent toutes les surfaces accessibles par l'utilisateur lorsque le DDR est installé conformément aux instructions du fabricant. Le doigt d'épreuve peut être appliqué pour déterminer si une surface est accessible ou non.

La conformité du point 3 du Tableau 20 est vérifiée par mesurage.

8.1.3.3 Lignes de fuite

La conformité des points 1, 2, 3 et 4 du Tableau 20 est vérifiée par mesurage.

8.1.3.4 Isolation solide

La conformité est vérifiée par les essais décrits en 9.7.2, en 9.7.3, en 9.7.4, en 9.7.5 et en 9.7.7, selon le cas.

8.1.3.5 Exigences supplémentaires relatives aux circuits de commande connectés au circuit principal

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.7.6.

8.1.4 Vis, parties qui transportent le courant et connexions

8.1.4.1 Connexions

Les connexions mécaniques ou électriques doivent résister aux contraintes qui s'exercent en usage normal.

Les vis mises en œuvre pour le montage de l'ID lors de son installation ne doivent pas être des vis autotaraudeuses à découpe.

Les vis (ou écrous) mises en œuvre lors du montage de l'ID comprennent les vis pour la fixation des capots ou plaques de recouvrement, mais pas les dispositifs de connexion pour les conduits filetés et pour la fixation de la base d'un ID.

NOTE Les connexions à vis sont considérées comme étant vérifiées par les essais du 9.8, du 9.11, du 9.12, du 9.13 et du 9.21.

La conformité est vérifiée par examen, par un essai manuel et par l'essai du 9.4.

8.1.4.2 Vis qui s'engagent dans un filetage en matériau isolant

Pour les vis qui s'engagent dans un filetage en matériau isolant et qui sont mises en œuvre lors du montage de l'ID pendant l'installation, une insertion correcte de la vis dans le trou fileté ou dans l'écrou doit être assurée.

La conformité est vérifiée par examen et par essai manuel.

L'exigence relative à l'insertion correcte est respectée si l'insertion en biais de la vis est évitée, par exemple au moyen d'un guidage prévu sur la partie à fixer, par un évidement dans la partie femelle du filetage ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé.

8.1.4.3 Connexions électriques

Les connexions électriques doivent être conçues de telle façon que la pression de contact ne se transmette pas par l'intermédiaire de matériaux isolants autres que la céramique, le mica pur ou d'autres matériaux qui présentent des caractéristiques au moins équivalentes, sauf si un retrait ou un fléchissement éventuel du matériau isolant est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE L'adéquation du matériau est évaluée par rapport à la stabilité des dimensions.

8.1.4.4 Parties qui transportent le courant

Les parties qui transportent le courant et les parties destinées aux conducteurs de protection, le cas échéant, doivent être réalisées dans un métal qui présente, dans les conditions qui se produisent à l'intérieur de l'équipement, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion adéquates pour leur utilisation prévue.

Exemples de matériaux adaptés:

- en cuivre;
- en alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces obtenues par laminage à froid, ou au moins 50 % de cuivre pour les autres;
- en un autre métal ou un métal avec un revêtement adapté, résistant aussi bien que le cuivre à la corrosion et ayant des propriétés mécaniques équivalentes.

En cas d'utilisation d'alliages ferreux ou d'alliages ferreux avec un revêtement adapté, la conformité à la résistance à la corrosion est vérifiée par un essai de résistance à la rouille conforme au 9.23.

Les exigences du 8.1.4.4 ne s'appliquent ni aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, éléments bimétalliques, shunts, composants électroniques, cartes de circuits imprimés, ni aux vis, écrous, rondelles, plaques de serrage, parties similaires des bornes et parties du circuit d'essai.

8.1.5 Bornes pour conducteurs externes

8.1.5.1 Les bornes pour conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés de façon à maintenir en permanence la pression de contact nécessaire.

Des dispositifs de connexion pour barres sont admis à condition qu'ils ne soient pas utilisés pour la connexion de câbles.

Les bornes doivent être facilement accessibles dans les conditions d'utilisation prévue.

La conformité est vérifiée par examen, par les essais en 9.5 pour les bornes à vis, par des essais spécifiques pour les ID enfichables ou à fixation par boulons couverts par le présent document, ou par les essais de l'IEC 62873-3-1, de l'IEC 62873-3-2 et de l'IEC 62873-3-3 selon le type de connexion.

8.1.5.2 Les ID doivent être équipés de l'un des éléments suivants:

- bornes qui doivent permettre la connexion de conducteurs en cuivre qui présentent les sections nominales indiquées dans le Tableau 24; ou

NOTE Des exemples de conceptions possibles de bornes à vis sont donnés à l'Annexe H.

- bornes sans vis pour conducteurs en cuivre conformément à l'IEC 62873-3-1; ou
- bornes plates à connexion rapide pour conducteurs en cuivre conformément à l'IEC 62973-3-2; ou
- bornes destinées aux conducteurs en aluminium non traités et bornes à vis en aluminium destinées aux conducteurs en cuivre ou en aluminium conformément à l'IEC 62873-3-3.

La conformité des bornes, selon le premier tiret, est vérifiée par examen, par mesure et par l'introduction successive d'un conducteur de la plus faible section et d'un conducteur de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 24.

8.1.5.3 Les dispositifs de serrage des conducteurs dans les bornes ne doivent servir à la fixation d'aucun composant, même s'ils peuvent maintenir en place les bornes ou les empêcher de tourner.

La conformité est vérifiée par examen.

8.1.5.4 Les bornes pour des courants assignés inférieurs ou égaux à 32 A doivent permettre la connexion des conducteurs sans préparation spéciale.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le terme "préparation spéciale" concerne l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation de cosses, la formation d'œillets, etc., mais pas la remise en forme du conducteur avant son introduction dans la borne ou le torsadage d'un conducteur souple pour en consolider l'extrémité.

8.1.5.5 Les bornes doivent avoir une résistance mécanique adéquate pour l'usage prévu. Les vis et écrous de serrage des conducteurs doivent présenter un filetage métrique ISO, ou un pas et une résistance mécanique comparables.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais du 9.4 et du 9.5.2.

8.1.5.6 Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur sans lui causer de dommages majeurs.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai du 9.5.3.

8.1.5.7 Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur de façon sûre et entre des surfaces métalliques.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais du 9.4 et du 9.5.2.

8.1.5.8 Les bornes doivent être conçues ou positionnées de telle manière qu'un conducteur rigide massif ou un brin d'un conducteur câblé ne puisse s'échapper lors du serrage des vis ou écrous.

Cette exigence ne s'applique pas aux bornes pour cosses et barrettes.

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.5.4.

8.1.5.9 Les bornes doivent être fixées ou situées de façon telle que leurs fixations ne se desserrent pas lorsque les vis ou écrous de serrage sont serrés ou desserrés.

Ces exigences n'impliquent pas que les bornes doivent être conçues de telle façon que leur rotation ou déplacement soient empêchés, mais tout mouvement doit être suffisamment limité pour empêcher la non-conformité aux exigences du présent document.

L'utilisation d'une résine ou d'une matière de remplissage est considérée comme suffisante pour empêcher une borne de prendre du jeu à condition que:

- la résine ou la matière de remplissage ne soit pas soumise à des contraintes pendant l'usage normal;
- l'efficacité de la résine ou de la matière de remplissage ne soit pas altérée par les températures atteintes par la borne dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans le présent document.

La conformité est vérifiée par examen, par mesurage et par l'essai du 9.4.

8.1.5.10 Les vis ou écrous de serrage des bornes destinées à la connexion des conducteurs de protection doivent être protégés de façon adéquate contre un desserrage accidentel, et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par essai manuel.

En général, les modèles de bornes donnés en exemple à l'Annexe H procurent une élasticité suffisante pour répondre à cette exigence; pour d'autres modèles, des dispositions spéciales telles que l'utilisation d'une pièce élastique convenable, qui n'est pas susceptible d'être retirée par inadvertance, peut être nécessaire.

8.1.5.11 Les vis et écrous de bornes destinées à la connexion des conducteurs externes doivent s'engager dans un filetage métallique, et les vis ne doivent pas être des vis autotaraudeuses à découpe.

La conformité est vérifiée par examen.

8.2 Protection contre les chocs électriques

Les ID doivent être conçus de telle façon que, lorsqu'ils sont montés et équipés de conducteurs comme en usage normal, les parties actives ne soient pas accessibles.

Une partie est considérée comme "accessible" si elle peut être touchée avec le doigt d'épreuve normalisé (Figure 1).

NOTE Le terme "usage normal" implique que l'ID est installé conformément aux instructions du fabricant.

Dans le cas des ID autres que ceux de type enfichable, les parties externes autres que les vis ou autres organes de fixation des capots et étiquettes, qui sont accessibles lorsque les ID sont montés et raccordés comme en usage normal, doivent être en matériau isolant ou être entièrement revêtues de matériau isolant.

Les revêtements doivent être fixés de sorte qu'ils ne risquent pas d'être perdus au cours de l'installation de l'ID. Ils doivent avoir une épaisseur et une résistance mécanique adéquates et doivent assurer une protection efficace aux endroits qui présentent des angles vifs.

Les entrées de câbles ou de conduits doivent être en matériau isolant ou doivent être équipées de manchons ou dispositifs analogues en matériau isolant. Ces dispositifs doivent être fixés de façon sûre et doivent avoir une résistance mécanique adéquate.

Dans le cas des ID enfichables, les parties externes autres que les vis ou autres organes de fixation des capots, qui sont accessibles en usage normal, doivent être en matériau isolant.

Les organes de manœuvre métalliques doivent être isolés des parties actives et leurs parties conductrices qui constituent autrement des "masses" doivent être revêtues de matériau isolant, à l'exception de celles qui permettent d'accoupler les organes de manœuvre isolés de plusieurs pôles.

Les parties métalliques du mécanisme ne doivent pas être accessibles. Elles doivent en outre être isolées des parties métalliques accessibles, des châssis métalliques qui supportent la base des ID à encastrer, des vis ou des autres organes de fixation de la base sur son support et des plaques métalliques utilisées comme support.

Les ID enfichables doivent pouvoir être remplacés facilement sans toucher aux parties actives.

Le vernis-laque et l'émail ne sont pas considérés comme procurant un isolement suffisant au sens du présent 8.2.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai du 9.6.

8.3 Propriétés diélectriques et aptitude au sectionnement

Les ID doivent posséder des propriétés diélectriques adéquates.

Les circuits de commande connectés au circuit principal ne doivent pas être endommagés par des tensions continues élevées dues aux mesures d'isolement qui sont normalement mises en œuvre après installation des ID.

Les ID doivent assurer l'isolement.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.7.

8.4 Échauffement

8.4.1 Généralités

Les ID ne doivent subir aucun dommage qui altère leurs fonctions et leur utilisation en toute sécurité compte tenu de la température de l'air ambiant à laquelle ils sont destinés à être utilisés.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.8.

8.4.2 Limites d'échauffement

Les échauffements des différentes parties d'un ID spécifiées dans le Tableau 28, mesurés dans les conditions spécifiées en 9.8.2, ne doivent pas dépasser les valeurs limites spécifiées dans le Tableau 28.

8.4.3 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement spécifiées dans le Tableau 28 s'appliquent uniquement si la température de l'air ambiant reste dans les limites indiquées dans le Tableau 47.

8.5 Caractéristiques de fonctionnement

8.5.1 Généralités

Les caractéristiques de fonctionnement des ID doivent satisfaire aux exigences du 9.9.

Les ID doivent fonctionner conformément aux exigences des paragraphes suivants, selon le cas.

8.5.2 Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel résiduel

8.5.2.1 Généralités

La caractéristique de déclenchement des ID doit assurer une protection contre les courants différentiels résiduels sans fonctionnement prématuré.

Les essais doivent vérifier le fonctionnement des ID à l'intérieur de leur plage de tensions conformément à la classification.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.9.

8.5.2.2 Courant résiduel alternatif

Les ID doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant résiduel alternatif à une fréquence assignée comprise dans les limites du courant de non-fonctionnement $I_{\Delta no}$ et du courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$.

8.5.2.3 Courant résiduel continu pulsé

Les ID de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant résiduel continu pulsé à une fréquence assignée comprise dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement, conformément au Tableau 14.

Les limites de déclenchement doivent être maintenues, indépendamment de la polarité du courant résiduel continu pulsé.

8.5.2.4 Courant résiduel continu pulsé superposé à un courant continu lissé de 0,006 A

Les ID de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant résiduel continu pulsé à une fréquence assignée comprise dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement, conformément au Tableau 14, et également en cas de superposition à un courant continu lissé de 0,006 A.

Les limites de déclenchement du courant continu pulsé doivent être maintenues, même si la polarité du courant résiduel continu pulsé et celle du courant continu lissé sont identiques.

8.5.3 Fonctionnement en présence d'un courant différentiel résiduel supérieur ou égal à $I_{\Delta n}$

La conformité est vérifiée par les essais du 9.9.

8.6 Endurance mécanique et électrique

Les ID doivent être capables d'accomplir un nombre adéquat de manœuvres mécaniques et électriques

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.10.

8.7 Tenue aux courants de court-circuit

Les ID doivent pouvoir effectuer un nombre spécifié de manœuvres en court-circuit, pendant lesquelles ils ne doivent ni mettre en danger l'opérateur ni provoquer un amorçage entre les parties conductrices actives ou entre les parties conductrices actives et la terre.

Aux fins de coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC), les ID doivent être protégés contre les courts-circuits au moyen de disjoncteurs ou de fusibles conformes aux normes pertinentes.

L'association d'un dispositif de protection contre les courts-circuits à un ID a pour objet d'assurer la protection du dispositif à courant différentiel résiduel contre les effets des courants de court-circuit.

Le dispositif de protection contre les courts-circuits doit être choisi selon les caractéristiques suivantes conformes aux caractéristiques de l'ID:

- a) valeur maximale d'énergie thermique coupée I^2t ;
- b) valeur maximale du courant de crête coupé I_p .

Les caractéristiques assignées et le type du DPCC doivent être identiques en 5.2.8 comme en 5.2.9.

La coordination entre les ID et les différents DPCC doit être vérifiée dans les conditions générales du 9.11.2.1 au moyen des essais décrits en 9.11.2.4, qui sont destinés à vérifier la protection des ID contre les courants de court-circuit jusqu'à la valeur du courant conditionnel de court-circuit I_{nc} et jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit $I_{\Delta c}$.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.11.

8.8 Résistance aux secousses et aux chocs mécaniques

Les ID doivent avoir une résistance mécanique adéquate pour supporter les contraintes exercées pendant leur installation et leur utilisation.

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.12.

8.9 Résistance à la chaleur

Les ID doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.13.

8.10 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Les parties externes en matériau isolant des ID ne doivent pas être susceptibles de s'enflammer et de propager le feu si les parties avoisinantes qui transportent le courant atteignent, dans des conditions de défaut ou de charge additionnelle, une température élevée. La résistance à la chaleur anormale et au feu des autres parties en matériau isolant est considérée comme étant vérifiée par les autres essais du présent document.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai du 9.14.

8.11 Dispositif de contrôle

Les ID doivent comporter un dispositif de contrôle conçu pour simuler le passage d'un courant différentiel résiduel à travers le dispositif de détection en vue de permettre la vérification périodique de l'aptitude au fonctionnement du dispositif à courant différentiel résiduel.

NOTE Le dispositif de contrôle est destiné à vérifier la fonction de déclenchement et non la valeur pour laquelle cette fonction est effective par rapport au courant différentiel de fonctionnement assigné et au temps de fonctionnement.

Les ampères-tours provoqués par le fonctionnement du dispositif de contrôle d'un ID alimenté à la tension d'emploi assignée ou à la valeur la plus élevée de la plage de tensions, le cas échéant, ne doivent pas dépasser 2,5 fois les ampères-tours provoqués lorsqu'un courant différentiel résiduel égal à $I_{\Delta n}$ circule à travers l'un des pôles de l'ID.

Dans le cas d'ID qui ont plusieurs réglages de courant différentiel de fonctionnement (voir 4.2.2), le réglage le plus bas pour lequel l'ID a été conçu doit être utilisé.

Le conducteur de protection de l'installation ne doit pas devenir actif lorsque le dispositif de contrôle est manœuvré.

Il ne doit pas être possible, lors du fonctionnement du dispositif de contrôle, d'alimenter le circuit côté charge quand l'ID est en position ouverte et connecté comme en usage normal.

Le dispositif de contrôle ne doit pas être le seul moyen d'effectuer la manœuvre d'ouverture et il n'est pas destiné à remplir cette fonction.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais du 9.16.

8.12 Vacant

8.13 Comportement des ID en cas de surintensité dans le circuit principal

Les ID sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé ne doivent pas fonctionner dans des conditions de surintensité spécifiées.

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.18.

8.14 Comportement des ID en cas d'ondes de courant produites par des surtensions

Les ID doivent supporter convenablement les ondes de courant à la terre:

- dues au chargement des capacités de l'installation; ou
- dues à des surtensions d'origine atmosphérique.

Les ID de type S doivent résister et doivent avoir une résistance adéquate contre les déclenchements intempestifs en cas de courant de choc à la terre:

- dû au chargement des capacités de l'installation; ou
- dû à des surtensions d'origine atmosphérique; ou
- dû à des amorçages qui produisent des courants de fuite.

La conformité est vérifiée par l'essai du 9.19.

8.15 Fiabilité

Les ID doivent fonctionner en toute fiabilité, même après une longue durée de service, compte tenu du vieillissement de leurs composants.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.20 et du 9.21.

8.16 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les ID doivent fonctionner de manière fiable, même en présence de perturbations électromagnétiques, et doivent satisfaire aux exigences de CEM applicables.

La conformité est vérifiée par les essais du 9.22.

8.17 Résistance aux surtensions temporaires (TOV)

Les ID doivent supporter convenablement les surtensions temporaires dues à différents phénomènes (tels qu'un défaut dans le réseau à haute tension, une coupure du neutre ou un court-circuit entre un conducteur de phase et un conducteur neutre).

Les valeurs de tenue des niveaux de surtension alternative et les durées sont indiquées dans le Tableau 30.

La conformité aux exigences ci-dessus est vérifiée par les essais du 9.24.

9 Essais

9.1 Généralités

Les caractéristiques des ID sont vérifiées par les essais de type.

Pour les besoins de certification, les essais de type sont effectués selon des séquences d'essais.

NOTE Le terme "certification" désigne:

- la déclaration de conformité du fabricant; ou
- une certification par une tierce partie, par exemple un organisme de certification indépendant.

Les séquences d'essais et le nombre d'échantillons sont indiqués dans l'IEC 61008-2-1 (ID selon le 4.1.1) ou l'IEC 61008-2-2 (ID selon les 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 et 4.1.6), selon le cas.

Sauf spécification contraire dans l'article d'essai applicable, chaque essai de type (ou chaque séquence d'essais de type) est effectué sur des ID neufs et propres, les grandeurs d'influence ayant leurs valeurs de référence normales (voir Tableau 47).

L'Annexe D répertorie les essais individuels de série que le fabricant doit effectuer sur chaque dispositif.

L'Annexe J fournit les recommandations relatives au programme d'essais de suivi pour les ID.

9.2 Conditions d'essai

L'ID est monté séparément conformément aux instructions du fabricant et à l'air libre, à une température de l'air ambiant égale à 20 °C, sauf spécification contraire dans l'article d'essai applicable, et est protégé contre des variations de températures externes exagérées.

Les ID destinés à être installés dans des enveloppes individuelles sont soumis à l'essai dans la plus petite enveloppe spécifiée par le fabricant.

NOTE 1 Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue pour n'accepter qu'un seul dispositif.

Sauf spécification contraire dans l'article d'essai applicable, l'ID est équipé de conducteurs appropriés qui ont la section S spécifiée dans le Tableau 25 et est fixé sur un panneau de contreplaqué peint en noir mat d'au moins 20 mm d'épaisseur, le mode de fixation étant conforme aux exigences indiquées dans les instructions de montage du fabricant.

NOTE 2 Pour les conducteurs en cuivre AWG, voir l'Annexe I.

Lorsque les tolérances ne sont pas spécifiées, les essais de type sont effectués à des valeurs au moins aussi sévères que celles spécifiées dans le présent document. Sauf spécification contraire dans l'article d'essai applicable, les essais sont effectués à la fréquence assignée $\pm 5\%$.

Pendant les essais, l'entretien ou le démontage des échantillons n'est pas admis.

Pour les essais du 9.8, du 9.9, du 9.10, du 9.20.2 et du 9.21, l'ID est connecté comme suit:

- les connexions sont réalisées au moyen de conducteurs à âme massive, en cuivre, isolés au PVC;
- les connexions sont à l'air libre et leur écartement est d'au moins la distance entre les bornes;
- la longueur minimale de chaque connexion temporaire de borne à borne est de:
 - 1 m pour les sections inférieures ou égales à 10 mm²;
 - 2 m pour les sections supérieures à 10 mm².

Les couples de serrage à appliquer aux vis des bornes correspondent aux deux tiers de ceux spécifiés dans le Tableau 26.

Dans le cas des ID à manœuvre manuelle dépendante, une vitesse de manœuvre de 0,1 m/s $\pm 25\%$ doit être utilisée pendant l'actionnement pour les essais du 9.10 et du 9.11. La vitesse est mesurée à l'extrémité, au moment et à l'emplacement où le moyen de manœuvre de l'appareillage d'essai entre en contact avec l'organe de manœuvre de l'ID en essai. Pour les boutons rotatifs, la vitesse angulaire doit correspondre sensiblement aux conditions ci-dessus; elle désigne la vitesse de l'organe de manœuvre (à ses extrémités) de l'ID en essai.

NOTE 3 Au Japon, à la demande du fabricant, une vitesse de manœuvre différente peut être utilisée pour les essais des 9.10 et 9.11.

9.3 Essai d'indélébilité du marquage

L'essai est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et pendant 15 s supplémentaires avec un chiffon de coton imbibé de solvant constitué d'hexane aliphatique (teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, point sec d'environ 69 °C et masse spécifique de 0,68 g/cm³).

Un solvant constitué d'hexane aliphatique qui a la composition principale exigée par le présent document et par le N° CAS 110-54-3 est acceptable.

Les marquages par pression, moulage, gravure ou impression laser ne sont pas soumis à cet essai.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Le marquage doit également rester facilement lisible après la totalité des essais du présent document.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se déformer.

9.4 Essai de fiabilité des vis, des parties qui transportent le courant et des connexions

La conformité aux exigences du 8.1.4 est vérifiée par examen et, pour les vis et écrous qui sont manœuvrés lors de la connexion de l'ID, par l'essai suivant.

Les vis ou écrous sont serrés et desserrés:

- 10 fois pour les vis qui s'engagent dans un filetage en matériau isolant;
- 5 fois dans tous les autres cas.

Les vis ou écrous qui s'engagent dans un filetage en matériau isolant sont complètement retirés et réinsérés à chaque fois.

L'essai est effectué à l'aide d'une clé ou d'un tournevis d'essai adéquat, en appliquant le couple spécifié dans le Tableau 26.

Les vis ou écrous doivent être serrés par un mouvement régulier et continu.

L'essai est effectué uniquement avec des conducteurs rigides massifs ou câblés, si ce cas est le plus défavorable, qui ont les plus grandes sections spécifiées dans le Tableau 24. Le conducteur est retiré chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

La colonne I s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, ainsi qu'aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis dont la lame est plus large que le diamètre de la vis.

La colonne II s'applique aux autres vis serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux vis et écrous serrés autrement qu'avec un tournevis.

Lorsqu'une vis possède une tête hexagonale fendue serrable par tournevis et que les valeurs de la colonne II et de la colonne III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant le couple spécifié dans la colonne III à la tête hexagonale, puis en appliquant le couple spécifié dans la colonne II sur un autre échantillon au moyen d'un tournevis. Si les valeurs de la colonne II et de la colonne III sont identiques, seul l'essai avec le tournevis est effectué.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas se desserrer et aucun dommage ne doit être visible tel que des bris de vis ou une détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers, susceptibles de compromettre l'usage ultérieur de l'ID.

De plus, les enveloppes et les capots ne doivent pas être endommagés.

9.5 Essai de fiabilité des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre

9.5.1 La conformité aux exigences du 8.1.5 est vérifiée par examen, par l'essai du 9.4 en plaçant dans la borne un conducteur en cuivre rigide de la plus grande section spécifiée dans le Tableau 24 (un conducteur rigide câblé est utilisé pour les sections nominales supérieures à 6 mm² et un conducteur massif est utilisé pour les autres sections nominales) et par les essais des 9.5.2, 9.5.3 et 9.5.4.

Les essais des 9.5.2, 9.5.3 et 9.5.4 sont effectués en utilisant une clé ou un tournevis d'essai adéquat et en appliquant le couple spécifié dans le Tableau 26.

9.5.2 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre de même type (massifs, câblés ou souples) qui ont les sections les plus petites et les plus grandes spécifiées dans le Tableau 24.

Les bornes doivent être adaptées à tous les types de conducteurs: rigides (massifs ou câblés) et souples, sauf spécification contraire du fabricant.

Les bornes doivent être soumises à l'essai avec les sections minimale et maximale de chaque type de conducteurs sur les nouvelles bornes, comme suit:

- les essais pour conducteurs massifs doivent utiliser des conducteurs de section de 1 mm² à 6 mm², selon le cas;
- les essais pour conducteurs câblés doivent utiliser des conducteurs de section de 1,5 mm² à 50 mm², selon le cas;
- les essais pour conducteurs souples doivent utiliser des conducteurs de section de 1 mm² à 35 mm², selon le cas.

NOTE Des informations relatives aux conducteurs AWG sont données à l'Annexe I.

Le conducteur est inséré dans une nouvelle borne à la distance minimale spécifiée ou, si aucune distance n'est spécifiée, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement du brin.

Les vis de serrage sont alors serrées à un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans la colonne appropriée du Tableau 26.

Chaque conducteur est alors soumis à une traction dont la valeur, en newtons, est indiquée dans le Tableau 27, en fonction de la section correspondante du conducteur en essai.

La traction est appliquée sans à-coups, pendant 1 min, dans la direction de l'axe du logement du conducteur.

Lorsque cela est nécessaire, les valeurs d'essai, pour les différentes sections avec la force de traction correspondante, doivent être clairement indiquées dans le rapport d'essai.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit pas se déplacer de façon perceptible dans la borne.

9.5.3 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre massifs ou câblés, si ce cas est le plus défavorable, de la plus petite et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 24, et les vis des bornes sont serrées à un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans la colonne appropriée du Tableau 26.

Les vis des bornes sont alors desserrées, et la partie du conducteur qui peut avoir été altérée par la borne est examinée.

Les conducteurs ne doivent présenter aucun dommage majeur ni aucun brin sectionné.

NOTE Les conducteurs sont considérés comme endommagés de façon majeure s'ils montrent des empreintes profondes ou des entailles.

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas se desserrer et aucun dommage susceptible de compromettre l'usage ultérieur de la borne ne doit être observé, tel que le bris de vis ou la détérioration des fentes de la tête, des filetages, des rondelles ou des étriers.

9.5.4 Les bornes sont équipées de la plus grande section indiquée dans le Tableau 24 pour le conducteur câblé et/ou souple en cuivre.

Avant l'insertion dans la borne, les brins du conducteur sont convenablement remis en forme.

Le conducteur est introduit dans la borne jusqu'à ce qu'il atteigne le fond de la borne ou qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de permettre l'échappement d'un brin ou de plusieurs brins. La vis ou l'écrou de serrage est alors serré à un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans la colonne appropriée du Tableau 26.

Après l'essai, aucun brin du conducteur ne doit s'être échappé en dehors de la borne.

9.6 Vérification de la protection contre les chocs électriques

Cette exigence est applicable aux parties des ID qui sont accessibles à l'opérateur lorsqu'ils sont montés comme en usage normal.

L'essai est effectué avec le doigt d'épreuve normalisé de la Figure 1 sur l'ID monté comme en usage normal (voir note en 8.2) et équipé de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section qui peuvent être connectés à l'ID.

Le doigt d'épreuve normalisé doit être conçu de telle façon que chacune de ses sections puisse être tournée d'un angle de 90° par rapport à l'axe du doigt dans une même direction seulement.

Le doigt d'épreuve normalisé est appliqué dans toutes les positions possibles d'un doigt réel, un indicateur de contact électrique étant utilisé pour montrer un contact avec des parties actives.

Il est recommandé d'utiliser une lampe pour l'indication d'un contact, la tension étant d'au moins 40 V. Le doigt d'épreuve normalisé ne doit pas toucher de parties actives.

Les ID avec enveloppes ou capots en matériau thermoplastique sont soumis à l'essai supplémentaire suivant, qui est effectué à une température de l'air ambiant de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, les ID étant à cette température.

Les ID sont soumis pendant 1 min à une force de 75 N appliquée par l'intermédiaire de l'extrémité d'un doigt d'épreuve rigide et non articulé (calibre d'essai 11 selon l'IEC 61032). Ce doigt est appliqué à tous les endroits où un excès de souplesse du matériau isolant peut compromettre la sécurité de l'ID, mais pas aux parois minces défonçables.

Pendant cet essai, les enveloppes ou capots ne doivent pas se déformer à un degré tel que des parties actives puissent être touchées avec le doigt d'épreuve rigide.

Les ID ouverts qui ont des parties non destinées à être couvertes par une enveloppe sont soumis à cet essai avec un panneau frontal métallique, et sont montés comme en usage normal.

9.7 Essai des propriétés diélectriques

9.7.1 Résistance à l'humidité

9.7.1.1 Préparation de l'ID pour l'essai

Les parties de l'ID qui peuvent être retirées sans l'aide d'un outil sont retirées et soumises au traitement à l'humidité avec la partie principale. Les couvercles faisant ressort sont ouverts pendant ce traitement.

Les entrées de câbles, s'il y a lieu, sont laissées ouvertes. S'il existe des parois défonçables, l'une d'elles est défoncée.

9.7.1.2 Conditions d'essai

Le traitement à l'humidité est effectué dans une enceinte humide, où l'humidité relative de l'air est maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air où se trouve l'échantillon est maintenue à une valeur T adaptée comprise entre 20 °C et 30 °C, à ± 1 °C près.

Avant de placer l'échantillon dans l'enceinte humide, celui-ci est porté à une température comprise entre T °C et T °C + 4 °C.

9.7.1.3 Procédure d'essai

L'échantillon est maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

NOTE Pour atteindre une humidité relative entre 91 % et 95 %, une solution saturée d'eau et de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) qui présente une surface de contact avec l'air suffisamment grande peut être placée dans l'enceinte humide.

Pour obtenir les conditions spécifiées à l'intérieur de l'enceinte, il est recommandé d'assurer une circulation permanente de l'air et d'employer une enceinte thermiquement isolée.

9.7.1.4 État de l'ID après l'essai

Après ce traitement, l'échantillon ne doit présenter aucun dommage au sens du présent document et doit satisfaire aux essais du 9.7.2, du 9.7.3, du 9.7.4, du 9.7.6 et du 9.7.7.2 (le cas échéant).

9.7.2 Résistance d'isolement du circuit principal

L'ID soumis au traitement spécifié en 9.7.1 est ensuite retiré de l'enceinte.

Après une période de repos comprise entre 30 min et 60 min après le traitement, la résistance d'isolement est mesurée 5 s après l'application d'une tension continue d'environ 500 V, dans l'ordre suivant:

- a) l'ID étant en position ouverte, successivement sur chaque pôle entre chaque paire de bornes qui sont électriquement reliées ensemble lorsque l'ID est en position fermée;
- b) l'ID étant en position fermée, successivement entre chaque pôle et les autres pôles reliés entre eux, les composants électroniques connectés entre les voies de courant étant déconnectés pour l'essai;
- c) l'ID étant en position fermée, entre toutes les bornes reliées entre elles et le châssis comprenant une feuille métallique ou une partie en contact avec la surface externe de l'enveloppe en matériau isolant, mais avec les zones des bornes laissées complètement libres pour éviter tout amorçage entre les bornes et la feuille métallique;

- d) pour les ID qui possèdent une enveloppe en métal avec un revêtement interne en matériau isolant, entre le châssis et une feuille métallique en contact avec la surface interne du revêtement en matériau isolant, y compris des manchons ou dispositifs analogues.

Le mesurage du point c) est effectué après avoir connecté tous les circuits auxiliaires au châssis.

Le terme "châssis" comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant accessibles après l'installation comme en usage normal;
- la surface sur laquelle est montée la base de l'ID, revêtue d'une feuille métallique si nécessaire;
- les vis et autres dispositifs qui servent à fixer la base à son support;
- les vis de fixation des capots qui doivent être retirés lors de la fixation de l'ID;
- les parties métalliques des organes de manœuvre mentionnées au 8.2.

Si l'ID comporte une borne prévue pour la connexion des conducteurs de protection, celle-ci est connectée au châssis.

Pour les mesurages selon les points c) et d), la feuille métallique est appliquée de telle sorte que le matériau d'étanchéité, le cas échéant, est correctement soumis à l'essai.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à:

- 2 MΩ pour les mesurages selon les points a) et b),
- 5 MΩ pour les autres mesurages.

9.7.3 Rigidité diélectrique du circuit principal

Lorsque l'ID a satisfait aux essais du 9.7.2, la tension d'essai spécifiée est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées en 9.7.2, en déconnectant les composants électroniques éventuels pour l'essai.

La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale, et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

La source de la tension d'essai doit être capable d'alimenter un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun dispositif de déclenchement à maximum de courant du transformateur ne doit fonctionner lorsque le courant dans le circuit de sortie est inférieur à 100 mA.

La tension d'essai doit avoir les valeurs suivantes:

- 2 000 V pour les points a) à c) en 9.7.2;
- 2 500 V pour le point d) en 9.7.2.

Au départ, une tension inférieure à la moitié de la valeur spécifiée est appliquée avant d'être portée à la valeur entière dans un délai de 5 s.

Aucun amorçage ni claquage ne doit se produire au cours de l'essai.

Les décharges lumineuses qui ne coïncident pas avec une chute de tension ne sont pas retenues.

9.7.4 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des circuits auxiliaires

- a) Le mesurage de la résistance d'isolement et les essais de rigidité diélectrique pour les circuits auxiliaires sont effectués immédiatement après le mesurage de la résistance d'isolement et les essais de rigidité diélectrique pour le circuit principal, dans les conditions indiquées aux points b) et c) ci-dessous.

Lorsque des composants électroniques connectés au circuit principal en service normal sont utilisés, les connexions temporaires pour l'essai doivent être réalisées de manière qu'aucune tension ne soit présente entre l'entrée et la sortie des composants durant les essais.

- b) Les mesurages de la résistance d'isolement sont effectués à une tension d'environ 500 V en courant continu:

1) entre

- les circuits auxiliaires reliés entre eux; et
- le châssis;

2) entre

- chaque partie du circuit auxiliaire qui peut être séparée des autres parties du circuit auxiliaire en service normal; et
- les autres parties du ou des circuits auxiliaires reliées entre elles.

Après application de cette tension pendant 1 min, la résistance d'isolement doit être d'au moins 2 MΩ.

- c) Une tension pratiquement sinusoïdale à la fréquence assignée est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées au point b).

Les valeurs de tension à appliquer sont spécifiées dans le Tableau 21.

Au début de l'essai, la tension ne doit pas dépasser la moitié de la valeur spécifiée. Elle augmente ensuite de façon continue jusqu'à la valeur entière dans un délai compris entre 5 s et 20 s.

Aucun amorçage ni perforation ne doit se produire pendant l'essai.

Les décharges qui ne coïncident pas avec une chute de tension ne sont pas retenues.

Dans le cas d'ID où le circuit auxiliaire n'est pas accessible pour la vérification des exigences données au point b), les essais peuvent être effectués sur des échantillons spécialement préparés.

Les circuits auxiliaires ne comprennent pas les circuits de commande des ID classés conformément aux 4.1.2, 4.1.3, 4.1.4, 4.1.5 et 4.1.6.

NOTE Les circuits de commande autres que ceux du circuit secondaire des transformateurs de détection et les circuits de commande connectés au circuit principal sont soumis aux mêmes essais que les circuits auxiliaires.

9.7.5 Circuit secondaire des transformateurs de détection

Le circuit qui comprend le circuit secondaire du transformateur de détection n'est soumis à aucun essai d'isolement, sous réserve que le circuit ne dispose d'aucune connexion avec les parties métalliques accessibles, avec un conducteur de protection ou avec des parties actives.

9.7.6 Capacité des circuits de commande connectés au circuit principal à supporter des tensions continues élevées lors des mesurages d'isolement

L'essai est effectué sur un ID fixé sur un support métallique, en position fermée, tous les circuits de commande étant connectés comme en service.

Une source de tension continue avec les caractéristiques suivantes est utilisée:

– tension à vide: $600 \text{ V }^{+25}_0 \text{ V}$

– taux d'ondulation maximal: 5 %

où

$$\text{ondulation (\%)} = \frac{\text{valeur maximale} - \text{valeur moyenne}}{\text{valeur moyenne}} \times 100$$

– courant de court-circuit: $12 \text{ mA }^{+2}_0 \text{ mA}$

Cette tension d'essai est appliquée pendant 1 min successivement entre chaque pôle et les autres pôles connectés ensemble au châssis.

Après ce traitement, l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai de $I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1:2024, ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024, selon le cas. Un seul essai est effectué, et le temps de fonctionnement doit être conforme au Tableau 11.

9.7.7 Vérification des tensions de tenue aux chocs

9.7.7.1 Procédure d'essai générale pour les essais de tension de tenue aux chocs

Les impulsions sont fournies par un générateur d'impulsions positives et négatives, avec une durée du front de 1,2 μs et une durée jusqu'à la mi-valeur de 50 μs , les tolérances étant de:

- $\pm 5 \%$ pour la valeur de crête;
- $\pm 30 \%$ pour la durée de front;
- $\pm 20 \%$ pour la durée jusqu'à la mi-valeur.

Pour chaque essai, cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives sont appliquées. L'intervalle entre deux impulsions consécutives doit être d'au moins 1 s pour les impulsions de même polarité et d'au moins 10 s pour les impulsions de polarité inverse.

Lors de l'essai de surtension, l'affaiblissement ou l'amplification de la tension d'essai doit être pris en compte. On doit s'assurer que la valeur exigée de la tension d'essai est appliquée aux bornes du matériel en essai.

L'impédance d'onde interne de l'appareillage d'essai doit avoir une valeur nominale inférieure ou égale à 500 Ω .

La forme des impulsions est réglée en connectant l'ID en essai au générateur d'impulsions. À cet effet, des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés doivent être utilisés.

De petites oscillations dans les impulsions sont admises, sous réserve que leur amplitude au voisinage de la crête de l'impulsion ne dépasse pas 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations sur la première moitié du front, des amplitudes inférieures à 10 % de la valeur de crête sont admises.

Aucune décharge disruptive ne doit se produire (amorçage, contournement ou perforation) pendant les essais.

9.7.7.2 Vérification des distances d'isolement à la tension de tenue aux chocs

Si les mesures des distances d'isolement des points 2 et 4 du Tableau 20 ne révèlent aucune réduction de celles-ci, cet essai n'est pas effectué

Lorsque les mesurages des distances d'isolement à l'intérieur du dispositif ne sont pas réalisables, cet essai peut être effectué à la place des mesurages des distances d'isolement spécifiés aux points 2 et 4 du Tableau 20.

L'essai est effectué sur un ID fixé sur un support métallique, en position fermée.

Les valeurs de surtension d'essai doivent être choisies dans le Tableau 22 conformément à la tension de tenue aux chocs assignée de l'ID indiquée dans le Tableau 19. Ces valeurs sont corrigées pour la pression atmosphérique et/ou l'altitude auxquelles sont effectués les essais, conformément au Tableau 22.

Les essais sont effectués alors que l'ID est en position fermée en appliquant la surtension:

- a) successivement entre chaque pôle et les autres pôles reliés entre eux, les composants électroniques connectés entre les voies de courant étant déconnectés pour l'essai;
- b) entre tous les pôles reliés entre eux et le châssis comprenant une feuille métallique ou une partie en contact avec la surface externe de l'enveloppe en matériau isolant, mais avec les zones des bornes laissées complètement libres pour éviter tout amorçage entre les bornes et la feuille métallique;
- c) pour les ID qui possèdent une enveloppe en métal avec un revêtement interne en matériau isolant, entre le châssis et une feuille métallique en contact avec la surface interne du revêtement en matériau isolant, y compris des manchons ou dispositifs analogues.

NOTE 1 Le terme "châssis" est défini en 9.7.2.

Le cas échéant, la feuille métallique est appliquée de telle sorte que le matériau d'étanchéité, le cas échéant, est correctement soumis à l'essai.

L'essai du point b) ci-dessus est effectué après avoir connecté tous les circuits auxiliaires au châssis.

Aucune décharge disruptive ne doit se produire. Toutefois, si une seule décharge disruptive apparaît, dix impulsions supplémentaires d'une polarité identique à celle ayant provoqué l'apparition de la décharge sont appliquées, en utilisant les mêmes connexions que celles avec lesquelles la défaillance est apparue.

Aucune autre décharge disruptive ne doit se produire.

NOTE 2 L'expression "décharge disruptive" est utilisée pour désigner les phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous une contrainte électrique, ce qui implique une chute de la tension et la circulation du courant.

9.7.7.3 Vérification de la résistance de l'isolation des contacts ouverts à une surtension (aptitude au sectionnement)

Les essais du présent 9.7.7.3 ne sont pas précédés du traitement à l'humidité décrit en 9.7.1, selon l'Annexe A.

Les valeurs de surtension d'essai doivent être choisies dans le Tableau 23 en fonction de la tension assignée de l'installation à laquelle l'ID est destiné à être utilisé, comme cela est indiqué dans le Tableau 19. Ces valeurs sont corrigées pour la pression atmosphérique et/ou l'altitude auxquelles sont effectués les essais, conformément au Tableau 23.

La série d'essais est effectuée sur un ID fixé sur un support métallique comme en usage normal, le contact étant en position ouverte.

Les impulsions sont appliquées entre les bornes d'entrée reliées entre elles et les bornes de sortie reliées entre elles.

Aucune décharge disruptive ne doit se produire pendant l'essai.

9.8 Essai d'échauffement

9.8.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples disposés symétriquement autour de l'ID à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de l'ID.

Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

Il convient de prendre garde aux variations de température soudaines de façon à éviter les erreurs.

9.8.2 Procédure d'essai

Un courant égal à I_n parcourt simultanément tous les pôles de l'ID pendant une durée suffisante pour atteindre l'état d'équilibre thermique. En pratique, cette condition est atteinte lorsque la variation de l'échauffement ne dépasse pas 1 K par heure.

Pour les ID tétrapolaires, l'essai est d'abord effectué en faisant passer le courant spécifié par les trois pôles de phase seulement.

L'essai est ensuite répété en faisant passer le courant par le pôle destiné à être connecté au neutre et par le pôle adjacent au neutre.

Avec l'accord du fabricant, l'essai sur les dispositifs tétrapolaires peut également être remplacé par un seul essai avec tous les pôles en série, y compris le pôle N.

Pendant ces essais, les échauffements ne doivent pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 28.

9.8.3 Mesurage de la température des parties

La température des différentes parties répertoriées dans le Tableau 28 doit être mesurée au moyen de thermocouples à fils fins ou par des moyens équivalents, placés le plus près possible du point le plus chaud accessible.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre le thermocouple et la surface de la partie en essai.

9.8.4 Échauffement d'une partie

L'échauffement d'un élément est la différence entre la température de cet élément mesurée conformément au 9.8.3 et la température de l'air ambiant mesurée conformément au 9.8.1.

9.9 Vérification des caractéristiques de fonctionnement

Le 9.9 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou le 9.9 de l'IEC 61008-2-2:2024, s'applique.

9.10 Vérification de l'endurance mécanique et électrique

9.10.1 Conditions générales d'essai

L'ID est fixé sur un support métallique.

L'essai est effectué à la tension d'emploi assignée, en réglant le courant à la valeur du courant assigné au moyen de résistances et de bobines d'inductance en série, connectées aux bornes de sortie.

Si des bobines d'inductance sans fer sont utilisées, une résistance qui absorbe environ 0,6 % du courant qui traverse les bobines est connectée en parallèle avec chacune d'entre elles.

Si des bobines d'inductance en fer sont utilisées, les pertes de puissance de ces bobines ne doivent pas avoir une influence significative sur la tension de rétablissement.

Le courant doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale, et le facteur de puissance doit être compris entre 0,85 et 0,9.

L'ID est raccordé au circuit par des conducteurs de dimensions indiquées dans le Tableau 25.

9.10.2 Procédure d'essai

Les ID sont soumis à 2 000 cycles de manœuvres, chaque cycle consistant en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

L'ID doit être manœuvré comme en usage normal.

Les manœuvres d'ouverture doivent être effectuées comme suit:

Dans le cas des ID qui ont un courant différentiel de fonctionnement $I_{\Delta n} > 0,010$ A:

- pour les 1 000 premiers cycles de manœuvres en utilisant l'organe de manœuvre;
- pour les 500 cycles de manœuvres suivants en utilisant le dispositif de contrôle;
- pour les 500 derniers cycles de manœuvres en faisant circuler un courant différentiel de fonctionnement de valeur $I_{\Delta n}$ dans un pôle.

Dans le cas des ID qui ont un courant différentiel de fonctionnement $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A:

- pour les 500 premiers cycles de manœuvres en utilisant l'organe de manœuvre;
- pour les 750 cycles de manœuvres suivants en utilisant le dispositif de contrôle;
- pour les 750 derniers cycles de manœuvres en faisant circuler un courant différentiel de fonctionnement de valeur $I_{\Delta n}$ dans un pôle.

L'ID est en outre soumis, sans charge et en utilisant l'organe de manœuvre, à:

- 2 000 cycles de manœuvres pour les ID qui ont un courant assigné $I_n \leq 25$ A;
- 1 000 cycles de manœuvres pour les ID qui ont un courant assigné $I_n > 25$ A.

La cadence de manœuvre doit être de:

- quatre cycles de manœuvres par minute pour les ID qui ont un courant assigné $I_n \leq 25$ A, la durée en position fermée étant de 1,5 s à 2 s;
- deux cycles de manœuvres par minute pour les ID qui ont un courant assigné $I_n > 25$ A, la durée en position fermée étant de 1,5 s à 2 s.

Dans le cas des ID qui ont plusieurs réglages, les essais sont effectués au réglage le plus bas.

9.10.3 État de l'ID après l'essai

Après l'essai du 9.10.2, l'ID ne doit pas présenter:

- d'usure anormale;
- de dommages à l'enveloppe qui permettent de toucher des parties actives avec le doigt d'épreuve normalisé;
- de desserrage des organes de connexion électrique ou d'assemblage mécanique;
- d'écoulement du matériau d'étanchéité, le cas échéant.

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3., de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024. Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

L'ID doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique spécifié au 9.7.3 pendant 1 min, mais à une tension de 900 V sans traitement préalable à l'humidité.

9.11 Vérification du comportement des ID dans des conditions de court-circuit

9.11.1 Liste des essais de court-circuit

Les différents essais destinés à vérifier le comportement des ID dans des conditions de court-circuit sont indiqués dans le Tableau 35.

9.11.2 Essais de court-circuit

9.11.2.1 Conditions générales d'essai

Les conditions du 9.11.2 s'appliquent à l'ensemble des essais destinés à vérifier le comportement des ID dans des conditions de court-circuit.

Les essais de court-circuit doivent être effectués à une température appropriée dans la plage selon le 7.1

Pour les ID qui ont plusieurs réglages de courant différentiel de fonctionnement, les essais sont effectués au réglage le plus bas.

a) Circuit d'essai

La Figure 5 et la Figure 6 représentent respectivement les schémas des circuits à utiliser pour les essais:

- d'un ID unipolaire avec deux voies de courant;
- d'un ID bipolaire;
- d'un ID tripolaire;
- d'un ID tripolaire avec quatre voies de courant;
- d'un ID tétrapolaire.

La source S alimente un circuit qui comprend une impédance Z, le DPCC (le cas échéant), l'ID en essai (D), ainsi que l'impédance ou les impédances supplémentaires Z_1 et Z_2 , selon le cas.

Les valeurs des résistances et des bobines d'inductance du circuit d'essai doivent être adaptées afin de remplir les conditions d'essai spécifiées.

Il convient que les bobines d'inductance L soient de préférence sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances R et leur valeur doit être obtenue par le couplage en série de bobines d'inductance distinctes; le couplage en parallèle des bobines d'inductance est admis lorsqu'elles ont pratiquement la même constante de temps.

Étant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai qui comportent de grosses bobines d'inductance sans fer ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la bobine d'inductance sans fer de chaque phase doit être shuntée par une résistance r qui absorbe environ 0,6 % du courant qui traverse la bobine (voir Figure 7). Cette résistance peut être omise en accord avec le fabricant.

Si des bobines d'inductance en fer sont utilisées, les pertes de puissance de ces bobines ne doivent pas dépasser les pertes qui seraient absorbées par les résistances connectées en parallèle avec les bobines d'inductance sans fer.

Dans chacun des circuits d'essai, l'impédance Z est insérée entre la source d'alimentation S et l'ID.

Le DPCC ou l'impédance équivalente (voir 9.11.2.2 a) et 9.11.2.3 a)) est placé entre l'impédance Z et l'ID.

L'impédance supplémentaire Z_1 , lorsqu'elle est utilisée, doit être insérée en aval de l'ID.

Pour les essais du 9.11.2.4 a) et b), l'ID doit être connecté à des câbles (rigides ou souples) de 0,75 m de longueur par pôle et de section maximale qui correspond au courant assigné, conformément à la colonne du conducteur rigide du Tableau 24.

Il est recommandé de connecter un câble d'une longueur de 0,5 m du côté alimentation et un câble d'une longueur de 0,25 m du côté charge de l'ID en essai.

Le schéma du circuit d'essai doit être fourni dans le rapport d'essai.

Le schéma doit comporter un seul point du circuit d'essai raccordé directement à la terre; il peut s'agir de la liaison de court-circuit du circuit d'essai ou du point neutre de la source ou de tout autre point approprié. La méthode de mise à la terre doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Z_2 , correctement étalonnée, est une impédance utilisée pour obtenir l'un des courants suivants:

- un courant différentiel résiduel de $10 I_n$;
- le courant de coupure et de fermeture différentiel assigné $I_{\Delta m}$;
- le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$.

S_1 est un interrupteur auxiliaire.

Des essais doivent être réalisés afin de vérifier les valeurs $I^2 t$ et I_p minimales, que l'ID doit supporter, comme cela est indiqué dans le Tableau 36. Le DPCC, le cas échéant, doit être réglé et doit se présenter sous la forme d'un fil d'argent ou d'un fusible (voir l'exemple à l'Annexe K), ou de tout autre moyen. Le fabricant peut spécifier le type de DPCC à utiliser pour les essais.

Pour les besoins de cet essai, une vérification destinée à s'assurer que le DPCC a été correctement choisi et réglé ($I^2 t$ et I_p) est effectuée avant les essais, l'ID étant remplacé par une connexion provisoire d'impédance négligeable.

Les valeurs minimales d'énergie thermique $I^2 t$ et du courant de crête coupé I_p , pour un angle électrique de 45° , sont indiquées dans le Tableau 36.

Sans un accord du fabricant, ces valeurs ne doivent pas être supérieures à 1,1 fois les valeurs indiquées dans le Tableau 36.

Pour des valeurs intermédiaires des courants d'essai de court-circuit, le courant de court-circuit immédiatement supérieur doit être appliqué.

La vérification des valeurs $I^2 t$ et I_p minimales n'est pas nécessaire si le fabricant a déclaré des valeurs supérieures aux valeurs minimales pour l'ID, auquel cas les valeurs déclarées doivent être vérifiées.

Pour la coordination avec les disjoncteurs, des essais avec cette combinaison sont nécessaires.

Toutes les parties conductrices de l'ID normalement raccordées à la terre en service, y compris le support métallique sur lequel est fixé l'ID ou toute enveloppe métallique (voir 9.11.2.1 f)), doivent être reliées au point neutre de la source ou à un neutre artificiel pratiquement non inductif qui permet un courant de défaut présumé d'au moins 100 A.

Cette connexion doit comprendre un fil en cuivre F d'un diamètre de 0,1 mm et d'une longueur au moins égale à 50 mm pour détecter le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance R_2 qui limite la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

Les capteurs de tension sont connectés:

- entre les bornes du pôle pour les ID unipolaires;
- entre les bornes d'alimentation pour les ID multipolaires.

b) Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais concernant la vérification du pouvoir de coupure et de fermeture assigné et la vérification de la coordination correcte entre les ID et les DPCC doivent être effectués aux valeurs des facteurs et grandeurs d'influence fixés par le fabricant, conformément au Tableau 47 du présent document, sauf spécification contraire.

Les essais sont considérés comme valables si les grandeurs indiquées dans le rapport d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans les limites des tolérances suivantes:

- courant: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix} \%$
- fréquence: $\pm 5 \%$
- facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$
- tension: (tension de rétablissement incluse): $\pm 5 \%$

c) Facteur de puissance du circuit d'essai

Le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai doit être déterminé selon une méthode qui doit être indiquée dans le rapport d'essai. Deux exemples sont donnés à l'Annexe E.

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 29.

d) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à une valeur qui correspond à 105 % de la tension d'emploi assignée de l'ID en essai. La valeur de 105 % de la tension d'emploi assignée est réputée couvrir les effets des variations de la tension du réseau dans les conditions de service normal. La valeur limite supérieure peut être augmentée après accord du fabricant.

Après chaque extinction de l'arc, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,1 s.

e) Étalonnage du circuit d'essai

L'ID en essai et le DPCC, le cas échéant, sont remplacés par des connexions temporaires G_1 d'impédance négligeable par rapport à celle du circuit d'essai.

Pour l'essai du 9.11.2.4 a), les bornes de sortie de l'ID sont court-circuitées au moyen des connexions G_2 d'impédance négligeable, l'impédance Z est réglée de façon à obtenir, à la tension d'essai, un courant égal au courant conditionnel de court-circuit assigné au facteur de puissance indiqué; le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et la courbe de courant est enregistrée avec le capteur de courant.

De plus, pour les essais du 9.11.2.2, du 9.11.2.3 et du 9.11.2.4 b) et c), les impédances supplémentaires Z_2 et/ou Z_1 sont utilisées, si nécessaire, afin d'obtenir les valeurs de courant d'essai exigées (respectivement I_m , $I_{\Delta m}$ et $I_{\Delta c}$).

f) État de l'ID pour l'essai

Les ID doivent être soumis à l'essai à l'air libre conformément au 9.11.2.1 f) 1), sauf s'ils sont destinés à être utilisés uniquement dans des enveloppes spécifiées par le fabricant ou uniquement dans des enveloppes individuelles, auxquels cas ils doivent être soumis à l'essai conformément au 9.11.2.1f) 2) ou, avec l'accord du fabricant, conformément au 9.11.2.1 f) 1).

NOTE Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue pour n'accepter qu'un seul dispositif.

L'ID doit être manœuvré en simulant le plus fidèlement possible un fonctionnement normal.

1) Essai à l'air libre

L'ID en essai est monté, comme cela est représenté à la Figure C.1 de l'Annexe C.

La feuille de polyéthylène et la barrière en matériau isolant spécifiées à l'Annexe C sont placées comme cela est indiqué à la Figure C.1 pour les manœuvres d'ouverture (O) seulement.

La ou les grilles spécifiées à l'Annexe C doivent être placées de telle sorte que le volume des gaz ionisés émis les traverse. Elles doivent être placées dans les positions les plus défavorables.

Si l'emplacement des orifices d'échappement d'arc n'est pas évident, il convient que le fabricant fournisse les informations appropriées. Si aucune information n'est disponible, deux grilles, une au-dessus de l'ID et une au-dessous de celui-ci, doivent être utilisées.

Le ou les circuits de grille (voir Figure C.3) doivent être connectés aux points B et C conformément aux schémas de circuit d'essai de la Figure 5 et de la Figure 6.

La résistance R' doit avoir une valeur de 1,5 Ω . Le fil de cuivre F' (voir Figure C.3) doit avoir une longueur de 50 mm et un diamètre de 0,12 mm pour les ID de tension d'emploi assignée 230 V ou un diamètre de 0,16 mm pour les ID de tension d'emploi assignée 400 V.

Pour les courants d'essai inférieurs ou égaux à 1 500 A, la distance "a" doit être de 35 mm.

Pour les courants de court-circuit plus élevés qui sont inférieurs ou égaux à I_{nc} , la distance "a" peut être augmentée et/ou des barrières ou des dispositifs d'isolation supplémentaires peuvent être introduits, comme cela est déclaré par le fabricant; si la distance "a" est augmentée, elle doit être choisie dans la série 40 – 45 – 50 – 55 – mm et doit être déclarée par le fabricant.

2) Essai en enveloppes

La grille et la barrière en matériau isolant représentées à la Figure C.1 ne sont pas utilisées.

L'essai doit être effectué dans les conditions les plus défavorables, l'ID étant installé dans l'enveloppe qui a la disposition constructive la plus défavorable.

Cela signifie que si d'autres ID (ou d'autres dispositifs) sont normalement fixés dans la ou les directions dans lesquelles les grilles seraient placées, il convient qu'ils y soient installés. Il convient que ces ID (ou ces autres dispositifs) soient alimentés comme en usage normal, mais par l'intermédiaire de F' et de R' , comme cela est défini en 9.11.2.1 f) 1), et soient connectés comme cela est représenté dans la Figure 5 et la Figure 6.

Conformément aux instructions du fabricant, des barrières ou d'autres dispositifs, ou bien des distances d'isolement appropriées peuvent être nécessaires pour empêcher les gaz ionisés d'altérer l'installation.

La feuille de polyéthylène décrite à l'Annexe C est placée comme cela est représenté dans la Figure C.1, à une distance de 10 mm de l'organe de manœuvre, pour les opérations "O" seulement.

g) Séquence de manœuvres

La procédure d'essai consiste en une séquence de manœuvres.

Les symboles suivants sont utilisés pour définir la séquence de manœuvres.

- O représente une manœuvre d'ouverture, le court-circuit étant établi par l'interrupteur T, avec l'ID et le DPCC, le cas échéant, en position fermée;
- CO représente une manœuvre de fermeture de l'ID, l'interrupteur T et le DPCC, le cas échéant, étant en position fermée, suivie d'une ouverture automatique (dans le cas d'un DPCC, voir 9.11.2.4);
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit qui doit être de 3 min. Un temps plus long peut être exigé pour le réarmement ou le remplacement du DPCC, s'il y a lieu;

h) Comportement de l'ID pendant les essais

Pendant les essais, l'ID ne doit pas mettre l'opérateur en danger.

De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre les pôles ou entre les pôles et les parties conductrices exposées, ni fusion du fusible F ni, le cas échéant, du fusible F'.

i) État de l'ID après les essais

Après chacun des essais applicables effectués conformément aux 9.11.2.2, 9.11.2.3, 9.11.2.4 a), 9.11.2.4 b) et 9.11.2.4 c), les ID ne doivent présenter aucune détérioration susceptible de compromettre leur emploi ultérieur et doivent être capables, sans entretien, de résister aux essais suivants:

- courant de fuite entre les contacts ouverts (aptitude au sectionnement), en appliquant séparément sur chaque pôle de l'ID une tension égale à 1,1 fois sa tension d'emploi assignée, l'ID étant en position ouverte. Le courant de fuite qui circule entre les contacts ouverts de chaque pôle est mesuré après stabilisation et ne doit pas dépasser 2 mA;
- essai de rigidité diélectrique conforme au 9.7.3, réalisé dans un délai de 2 h à 24 h après l'essai de court-circuit à une tension égale à deux fois sa tension d'emploi assignée, pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité;
- établissement et coupure, une fois, de leur courant assigné à leur tension d'emploi assignée.

Au cours de ces essais, après l'essai effectué dans les conditions spécifiées au point a) du 9.7.2, il doit être vérifié que l'indicateur de la position des contacts donne l'indication "ouvert" et que, pendant l'essai effectué dans les conditions spécifiées au point b) du 9.7.2, l'indicateur de la position des contacts donne l'indication "fermé".

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3. de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

La feuille de polyéthylène ne doit présenter aucun trou visible en vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

j) Interprétation des enregistrements

1) 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 qui correspond à l'essai de coupure effectué avec l'ID en essai. La tension appliquée est évaluée, comme cela est indiqué à la Figure 23.

La tension côté alimentation doit être mesurée pendant le premier cycle après extinction de l'arc sur tous les pôles et après disparition des phénomènes de haute fréquence.

2) Détermination du courant de court-circuit présumé

La composante alternative du courant présumé est considérée comme égale à la valeur efficace de la composante alternative du courant d'étalonnage (valeur qui correspond à A_2 à la Figure 23).

Le cas échéant, le courant de court-circuit présumé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases.

9.11.2.2 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude de l'ID à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants de court-circuit tandis que le courant différentiel provoque le fonctionnement de l'ID.

a) Conditions d'essai

L'ID est soumis à l'essai dans un circuit conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 9.11.2.1, sans DPCC inséré dans le circuit.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par l'ID en essai et par des connexions qui présentent approximativement la même impédance que le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste fermé.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvre suivante est effectuée en appliquant un courant de fonctionnement différentiel égal à $10 I_{\Delta n}$ aux bornes de l'interrupteur S_1 et de l'impédance Z_2 :

$$CO - t - CO - t - CO.$$

9.11.2.3 Vérification du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$) des ID et de leur aptitude à l'emploi en schéma IT

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude de l'ID à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants différentiels de court-circuit.

a) Conditions d'essai

L'ID doit être soumis à l'essai conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 9.11.2.1, sans DPCC inséré dans le circuit, mais en étant connecté de telle sorte que le courant de court-circuit soit un courant différentiel résiduel.

Pour cet essai, les impédances Z_1 ne sont pas utilisées, le circuit étant laissé ouvert.

Les voies de courant qui ne doivent pas transporter le courant différentiel de court-circuit sont connectées à la tension d'alimentation par leurs bornes d'entrée.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par l'ID en essai et par des connexions qui présentent approximativement la même impédance que le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste fermé.

L'essai est effectué successivement sur chaque pôle, en excluant le pôle neutre de sectionnement, le cas échéant.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

$$O - t - CO - t - CO.$$

Pour les manœuvres de coupures, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension de sorte que le point d'établissement de l'arc soit de $45^\circ \pm 5^\circ$. Le même pôle doit être utilisé comme référence afin de synchroniser les différents échantillons.

c) Vérification de l'aptitude à l'emploi en schéma IT

Cet essai est répété avec de nouveaux échantillons:

- à une valeur de 105 % de la tension assignée entre phases pour les pôles de phase et à une valeur de 105 % de U_0 pour le pôle marqué N, le cas échéant;
- et, conformément au 5.3.11, avec un courant de 500 A ou $10 I_n$, si cette valeur est la plus élevée.

Chaque pôle est soumis séparément à un essai dans un circuit dont les connexions sont représentées à la Figure 6.

La séquence d'essais étant O – t – CO.

Les ID avec neutre non coupé ne sont pas soumis à cet essai.

Pour la manœuvre O sur le premier pôle en essai, l'interrupteur T est synchronisé avec l'onde de tension de sorte que le circuit se ferme au point 0° de l'onde pour la manœuvre.

Pour les manœuvres O suivantes sur les autres pôles à soumettre à l'essai, ce point est décalé à chaque fois de 30° par rapport au point d'onde de l'essai précédent, avec une tolérance de $\pm 5^\circ$.

9.11.2.4 Vérification de la coordination entre l'ID et le DPCC

Ces essais sont destinés à vérifier que l'ID, protégé par le DPCC, est capable de supporter, sans dommages, des courants de court-circuit jusqu'à son courant conditionnel de court-circuit assigné.

Le courant de court-circuit est interrompu par l'association de l'ID et du DPCC.

Pendant l'essai, soit l'ID et le DPCC soit le DPCC seulement peuvent fonctionner. Toutefois, si seul l'ID s'ouvre, l'essai est aussi considéré comme satisfaisant.

Le DPCC est remplacé ou réarmé, selon le cas, après chaque manœuvre.

Les essais suivants sont effectués dans les conditions générales du 9.11.2.1:

- un essai (voir 9.11.2.4 a)) pour vérifier que le DPCC protège l'ID au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} . L'essai est effectué sans établir de courant différentiel;
- un essai (voir 9.11.2.4 b)) pour vérifier que, aux courants de court-circuit d'une valeur qui correspond au pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m , le DPCC fonctionne et protège l'ID. L'essai est effectué sans établir de courant différentiel;
- un essai (voir 9.11.2.4 c)) pour vérifier que l'ID est capable de supporter les contraintes correspondantes en cas de courts-circuits de la phase à la terre, avec des courants jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$.

Pour les manœuvres de coupure, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension de sorte que le point d'établissement d'un pôle soit $45^\circ \pm 5^\circ$. Le même pôle doit être utilisé comme référence afin de synchroniser les différents échantillons.

a) Vérification de la coordination au courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par l'ID et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste ouvert: aucun courant différentiel résiduel n'est établi.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO

b) Vérification de la coordination au pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par l'ID et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste ouvert: aucun courant différentiel résiduel n'est établi.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

c) Vérification de la coordination au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

1) Conditions d'essai

L'ID doit être soumis à l'essai conformément aux conditions générales d'essai spécifiées en 9.11.2.1, mais en étant connecté de telle sorte que le courant de court-circuit soit un courant différentiel résiduel.

L'essai est effectué sur un pôle seulement qui ne doit pas être le neutre de sectionnement de l'ID.

Les voies de courant qui ne doivent pas être parcourues par le courant différentiel de court-circuit sont connectées à la tension d'alimentation par leurs bornes d'alimentation.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par l'ID et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste fermé.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

9.12 Vérification de la résistance aux secousses et aux chocs mécaniques

9.12.1 Secousses mécaniques

9.12.1.1 Appareillage d'essai

L'ID est soumis à des secousses mécaniques en utilisant l'appareillage représenté à la Figure 8. Un socle de bois A est fixé sur un bloc de béton ou un dispositif de fixation équivalent et une plateforme B est articulée par charnière sur A. Cette plateforme porte une plaque de bois C qui peut être fixée à différentes distances de la charnière et dans deux positions verticales. L'extrémité de B porte une plaque de butée métallique D qui repose sur un ou plusieurs ressorts hélicoïdaux qui ont une constante de flexion totale de 25 N/mm ($\pm 20\%$).

L'ID est fixé sur C de telle façon que la distance entre l'axe horizontal de l'échantillon et B soit de 180 mm, la plaque de bois C étant à son tour fixée de telle sorte que la distance entre la surface de fixation et la charnière soit de 200 mm, comme cela est indiqué dans la Figure 8. La tolérance générale sur les dimensions indiquées à la Figure 8 est de ± 2 mm.

Sur C, à l'opposé de la surface de fixation de l'ID, une masse supplémentaire est fixée de telle sorte que la force statique sur D soit de 25 N (0 %, +10 %) afin de s'assurer que le moment d'inertie du système complet soit pratiquement constant.

9.12.1.2 Procédure d'essai

L'ID étant en position fermée, mais sans être relié à aucune source de courant, la plateforme est soulevée par son extrémité libre puis relâchée pour qu'elle tombe 50 fois d'une hauteur de 40 mm, l'intervalle de temps entre les chutes successives étant tel que l'échantillon revienne au repos.

L'ID est ensuite fixé sur le côté opposé de C, puis la plateforme B est de nouveau relâchée pour tomber 50 fois comme précédemment.

Après cet essai, la plaque de bois C est tournée de 90° autour de son axe vertical et, si nécessaire, est repositionnée de sorte que l'axe vertical de symétrie de l'ID soit à 200 mm de la charnière.

La plateforme B est ensuite relâchée pour tomber 50 fois comme précédemment, l'ID étant d'un côté de C, puis 50 fois avec l'ID du côté opposé.

Avant chaque changement de position, l'ID est ouvert et fermé manuellement.

L'ID ne doit pas s'ouvrir pendant les essais.

9.12.2 Chocs mécaniques

9.12.2.1 Généralités

La conformité est vérifiée sur les parties accessibles de l'ID monté comme en usage normal (voir la note en 8.2), qui peuvent être soumises à des chocs mécaniques en usage normal, par l'essai du 9.12.2.2 pour tous les types d'ID, et de plus par les essais du 9.12.2.3 pour les ID destinés à être montés sur un rail.

NOTE Les ID destinés à être totalement enfermés seulement ne sont pas soumis à cet essai.

9.12.2.2 Essai pour tous les ID

Des coups sont appliqués sur les échantillons au moyen de l'appareillage d'essai de chocs représenté à la Figure 9, la Figure 10 et la Figure 11.

La tête de la pièce de frappe a une surface hémisphérique de 10 mm de rayon, en polyamide de dureté Rockwell HR 100. La pièce de frappe a une masse de $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ et est fixée rigidement à l'extrémité inférieure d'un tube d'acier de 9 mm de diamètre extérieur et de 0,5 mm d'épaisseur de paroi, pivotant à son extrémité supérieure de façon à n'osciller que dans un plan vertical.

L'axe du pivot est à $1\,000 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

Pour déterminer la dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide, les conditions suivantes s'appliquent:

- diamètre de la bille: $12,7 \text{ mm} \pm 0,0025 \text{ mm}$;
- charge initiale: $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$;
- charge additionnelle: $500 \text{ N} \pm 2,5 \text{ N}$.

NOTE 1 Des informations supplémentaires concernant l'établissement de la dureté Rockwell des matériaux plastiques sont fournies dans l'ISO 2039-2 ou dans le document ASTM D 785.

La conception de l'appareillage d'essai est telle qu'une force entre 1,9 N et 2,0 N doit être appliquée sur la face de la pièce de frappe afin de maintenir le tube en position horizontale.

Les ID pour montage en saillie sont montés sur une plaque de contreplaqué de $175 \text{ mm} \times 175 \text{ mm}$, 8 mm, fixée à ses bords inférieur et supérieur à une console rigide qui fait partie du support de montage (voir Figure 11).

Ce support doit avoir une masse de $10 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$ et doit être monté sur un châssis rigide par l'intermédiaire de pivots. Ce châssis est fixé à une paroi massive.

Les ID à encastrer sont montés dans un dispositif de contrôle (voir Figure 12) qui est fixé au support de montage.

Les ID pour montage en tableau sont montés dans un dispositif de contrôle (voir Figure 13) qui est fixé au support de montage.

Les ID enfichables sont montés sur leur socle adéquat, qui est fixé à la plaque de contreplaqué ou dans les dispositifs de contrôle représentés à la Figure 12 ou à la Figure 13, selon le cas.

Les ID destinés à être fixés sur un rail doivent être montés sur le rail approprié qui est fixé rigidement sur le support de montage.

La conception de l'appareillage d'essai est telle que:

- l'échantillon peut être déplacé horizontalement et peut tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface de contreplaqué;
- le contreplaqué peut tourner autour d'un axe vertical.

L'ID (avec ses capots éventuels) est monté comme en usage normal sur le contreplaqué ou dans le dispositif de contrôle adéquat, selon le cas, de telle façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical qui contient l'axe de rotation du pendule.

Les entrées de câbles qui ne sont pas obturées par une paroi défonçable sont laissées ouvertes. Si elles sont défonçables, deux d'entre elles sont ouvertes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases, capots ou dispositifs analogues sont serrées à un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 26.

La pièce de frappe est lâchée d'une hauteur de 10 cm sur les surfaces qui sont exposées lorsque l'ID est monté comme en usage normal.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position du point de contrôle, lorsque le pendule est libéré, et la position de ce point au moment de l'impact.

Le point de contrôle est repéré sur la surface de la pièce de frappe à l'endroit où la ligne qui passe par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculaire au plan qui traverse les deux axes, rejoint la surface.

NOTE 2 En théorie, le centre de gravité de la pièce de frappe est le point de contrôle. Comme il est difficile de déterminer le centre de gravité, le point de contrôle a été choisi comme cela est décrit ci-dessus.

Chaque ID est soumis à 10 coups, deux d'entre eux étant appliqués à l'organe de manœuvre et les autres étant répartis uniformément sur les parties de l'échantillon susceptibles de subir des chocs.

Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables ni aux ouvertures recouvertes d'un matériau transparent.

En général, un coup est appliqué sur chaque face latérale de l'échantillon après rotation autour d'un axe vertical, aussi loin que possible, sans dépasser 60°, et deux autres coups sont appliqués à peu près à mi-distance entre les coups précédents sur chaque face latérale.

Les autres coups sont appliqués de la même façon après rotation de l'échantillon de 90° autour de son axe perpendiculaire au contreplaqué.

S'il existe des entrées de câbles ou des surfaces défonçables, l'échantillon est monté de sorte que les deux lignes de coups soient situées autant que possible à équidistance de ces orifices.

Les deux coups sur l'organe de manœuvre doivent être appliqués comme suit: un coup lorsque l'organe de manœuvre est en position fermée et un autre coup lorsque l'organe de manœuvre est en position ouverte.

Après l'essai, les échantillons ne doivent présenter aucune détérioration au sens du présent document. En particulier, les capots qui, s'ils sont cassés, rendent les parties actives accessibles ou compromettent l'usage ultérieur de l'ID, ainsi que les organes de manœuvre, les revêtements ou cloisons en matériau isolant et les dispositifs analogues, ne doivent pas présenter de tels dommages.

En cas de doute, il est vérifié que le démontage et le remplacement des parties externes (telles qu'enveloppes ou capots) est possible sans endommager ni ces parties, ni leur revêtement.

Une détérioration de la finition, de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les distances d'isolement ou les lignes de fuite au-dessous des valeurs spécifiées en 8.1.3, ainsi que de petits éclats qui ne compromettent pas la protection contre les chocs électriques ne sont pas retenus.

Lors de l'essai d'ID destinés à être fixés par vis ou montés sur un rail, l'essai est effectué sur deux lots d'ID, l'un étant fixé au moyen de vis et l'autre étant monté sur un rail.

9.12.2.3 Essai pour les ID destinés à être montés sur un rail

Les ID conçus pour être montés sur un rail sont montés comme en usage normal sur un rail fixé rigidement sur une paroi rigide verticale, sans câbles connectés et sans capots ou plaques de recouvrement.

Une force verticale vers le bas de 50 N est appliquée par un mouvement régulier et continu pendant 1 min sur la surface avant de l'ID et suivie immédiatement d'une force verticale vers le haut de 50 N pendant 1 min (Figure 14).

Pendant cet essai, l'ID ne doit pas prendre de jeu et, après l'essai, l'ID ne doit présenter aucun dommage qui compromette son usage ultérieur.

9.13 Essai de résistance à la chaleur

9.13.1 Essai sur l'ID complet

Les échantillons, sans capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, les capots amovibles éventuels sont maintenus pendant 1 h dans l'étuve à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Au cours de l'essai, les échantillons ne doivent subir aucune modification susceptible de compromettre leur utilisation ultérieure et le matériau d'étanchéité éventuel ne doit pas avoir coulé au point d'exposer les parties actives.

Après l'essai et lorsque les échantillons sont revenus approximativement à la température ambiante, il ne doit y avoir aucun accès possible aux parties actives qui ne sont normalement pas accessibles lorsque les échantillons sont montés comme en usage normal, même si le doigt d'épreuve normalisé est appliqué avec une force qui ne dépasse pas 5 N.

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3., de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008--2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

Après l'essai, les marquages doivent encore être lisibles.

Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement de la matière de remplissage ne sont pas retenus, tant que la sécurité n'est pas compromise au sens du présent document.

9.13.2 Essai à la bille

Les parties externes des ID en matériau isolant sont soumises à un essai à la bille au moyen de l'appareillage d'essai représenté à la Figure 15.

La partie à soumettre à l'essai, préparée conformément au 9.13.2 a), est placée sur un support en acier, la surface appropriée étant placée en position horizontale, puis soumise à l'essai dans une étuve. Une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appliquée contre cette surface avec une force de 20 N.

Les essais ne sont pas réalisés sur les parties en matériau céramique.

Si au moins deux parties isolantes sont fabriquées dans le même matériau, l'essai est effectué seulement sur l'une de ces parties.

Les parties externes en matériau isolant des ID nécessaires au maintien des parties qui transportent le courant ou des parties qui servent de conducteur de protection sont soumises à l'essai à une température de $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, comme cela est décrit en 9.13.2 b).

Toutes les autres parties externes des ID sont soumises à l'essai à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ou à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ plus l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai du 9.8, si cette température est plus élevée.

Pour les besoins des essais du 9.13.2, la base des ID pour montage en saillie est considérée comme une partie externe.

a) Éprouvette

Une éprouvette est coupée à partir du produit final de manière à obtenir une pièce d'au moins 2,5 mm d'épaisseur dont les surfaces inférieure et supérieure sont à peu près parallèles. Si nécessaire, cette épaisseur peut être obtenue en superposant deux sections ou plus, à condition qu'il n'y ait aucun mouvement perceptible entre les surfaces avant les essais. S'il n'est pas possible de découper une éprouvette avec des surfaces parallèles, il est recommandé de soutenir la zone de l'éprouvette directement au-dessous de la bille. L'éprouvette doit être d'une longueur de 10 mm et d'une largeur de 10 mm au minimum ou avoir la forme d'un cercle d'un diamètre minimal de 10 mm.

S'il n'est pas possible d'utiliser une éprouvette tirée du produit final, une plaque d'un matériau identique peut être utilisée. Les sections planes des éprouvettes doivent être d'une longueur de 10 mm et d'une largeur de 10 mm au minimum ou avoir la forme d'un cercle d'un diamètre minimal de 10 mm, et doivent avoir une épaisseur de $3,0\text{ mm} \pm 0,5\text{ mm}$.

L'éprouvette doit être stockée pendant au moins 24 h dans une atmosphère dont la température est comprise entre 15 °C et 35 °C et dont l'humidité relative est comprise entre 45 % et 75 %.

b) Configuration et procédure d'essai

La tolérance relative à la bille en acier ne doit pas dépasser $\pm 1\text{ %}$ pour assurer des résultats comparables.

Le support de l'éprouvette doit être un bloc métallique en acier d'un diamètre $\geq 50\text{ mm}$ et d'une hauteur $\geq 100\text{ mm}$, au minimum.

L'essai doit être réalisé à l'air libre, dans une étuve à la température spécifiée (avec une tolérance de $\pm 2\text{ °C}$) mesurée à une distance inférieure ou égale à 50 mm du centre approximatif de l'éprouvette.

Avant d'introduire l'éprouvette, l'appareillage d'essai et le support de l'éprouvette doivent être conservés dans l'étuve à la température d'essai exigée pendant 24 h où jusqu'à atteindre l'équilibre thermique si celui-ci survient en premier. L'équilibre thermique peut être vérifié au moyen d'un thermocouple inséré dans le support de l'éprouvette.

NOTE Il est jugé utile d'installer un thermocouple distinct au centre du support de l'éprouvette, à environ 3 mm au-dessous de la surface, pour vérifier que la température du support de l'éprouvette ne s'écarte pas sensiblement de la température d'essai.

Lorsque l'équilibre thermique est atteint, l'éprouvette est placée au centre du support de telle façon que sa surface supérieure soit horizontale. La bille est abaissée doucement jusqu'à atteindre le centre de l'éprouvette, de sorte qu'elle ne bouge que vers le bas.

La durée d'installation de l'éprouvette doit être aussi courte que possible et ne pas dépasser 30 s. La chambre d'essai doit revenir à la température spécifiée ($\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$) dans un délai de 5 min et sans dépassement de température supérieur à $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Après application de l'appareillage de pression à la bille pendant 60 ± 2 minutes, l'éprouvette doit être retirée et refroidie, dans un délai de 10 s, par immersion dans une eau à la température de l'air ambiant ($20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$) pendant $6\text{ min} \pm 2\text{ min}$.

Après le retrait de l'éprouvette de l'eau, le diamètre de l'empreinte produite par la bille doit être mesuré.

La dimension à prendre en compte doit être la distance la plus élevée de l'empreinte qui peut être mesurée d'un bord clairement défini de celle-ci à l'autre.

Cette dimension doit exclure toute déformation vers le haut et doit être inférieure ou égale à 2,0 mm.

9.14 Essai de la résistance à la chaleur anormale et au feu

L'essai au fil incandescent est effectué sur un ID complet, conformément à l'IEC 60695-2-10, dans les conditions suivantes:

- pour les parties externes en matériau isolant des ID nécessaires au maintien des parties qui transportent le courant et des parties qui servent de conducteur de protection, par l'essai effectué à la température de $960\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- pour toutes les autres parties externes en matériau isolant, par un essai effectué à la température de $650\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pour les besoins de cet essai, la base des ID pour montage en saillie est considérée comme une partie externe.

Les petites parties où chaque surface se trouve entièrement au sein d'un cercle de 15 mm de diamètre ou toutes les parties de la surface qui se trouvent à l'extérieur d'un cercle de 15 mm de diamètre et où il n'est pas possible de faire tenir un cercle de 8 mm de diamètre sur chaque surface ne sont pas soumises à l'essai du présent 9.14 (voir Figure 27 pour la représentation schématique).

Si les parties isolantes des groupes ci-dessus sont réalisées dans le même matériau, l'essai est effectué seulement sur l'une d'entre elles, selon la température adéquate de l'essai au fil incandescent.

Les essais ne sont pas effectués sur les parties en matériau céramique.

L'essai au fil incandescent est effectué pour s'assurer qu'un fil d'essai chauffé électriquement dans des conditions d'essai définies n'entraîne pas l'inflammation des parties isolantes ou qu'une partie du matériau isolant, qui pourrait s'enflammer dans des conditions définies à cause du fil d'essai chauffé, brûle pendant un temps limité sans propager le feu par flamme ou parties enflammées ou par des gouttelettes qui tombent de la partie à l'essai.

L'essai est effectué sur trois échantillons, les points d'application de l'essai au fil incandescent étant différents d'un échantillon à l'autre.

Le fil incandescent ne peut pas être appliqué directement sur la zone des bornes, de la chambre de coupure ou du déclencheur magnétique, où le fil incandescent ne peut pas pénétrer suffisamment la surface externe sans toucher de grandes parties métalliques ou en céramique, ce qui refroidit rapidement le fil incandescent et limite également la quantité de matériau isolant en contact avec le fil. Dans cette situation, les parties assurent une sévérité minimale de l'essai en refroidissant le fil incandescent et en limitant l'accès au matériau isolant en essai.

L'échantillon doit être disposé pendant l'essai dans la position d'utilisation prévue la plus défavorable (en plaçant la surface en essai en position verticale).

Si une partie interne du matériau isolant influence l'essai avec un résultat négatif, il est admis de retirer la ou les parties internes en matériau isolant identifiées à partir d'un nouvel échantillon. Ensuite, l'essai au fil incandescent doit être répété au même endroit sur ce nouvel échantillon.

L'échantillon est considéré comme ayant satisfait à l'essai au fil incandescent si:

- aucune flamme visible ni incandescence prolongée n'apparaît;
- les flammes et l'incandescence sur l'échantillon disparaissent dans les 30 s qui suivent le retrait du fil incandescent.

Le papier mousseline ne doit pas s'être enflammé et la planche en bois de pin ne doit pas être roussie.

9.15 Vérification du mécanisme à déclenchement libre

Le 9.15 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou le 9.15 de l'IEC 61008-2-2:2024, s'applique conformément à la classification en 4.1.

9.16 Vérification du fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension d'emploi assignée

Le fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension d'emploi assignée est vérifié comme suit:

- a) l'ID étant alimenté sous une tension égale à 0,85 fois la tension d'emploi assignée, le dispositif de contrôle est momentanément activé 25 fois, à des intervalles de 5 s, l'ID étant refermé avant chaque manœuvre;
- b) l'essai a) est ensuite répété à 1,1 fois la tension d'emploi assignée;
- c) l'essai b) est ensuite répété, mais une seule fois, en maintenant l'organe de manœuvre du dispositif de contrôle en position fermée pendant 30 s.

L'ID doit fonctionner pour chaque essai. Après l'essai, l'échantillon ne doit présenter aucune altération qui compromette son usage ultérieur.

Pour vérifier que le nombre d'ampères-tours provoqués par les manœuvres du dispositif de contrôle est inférieur à 2,5 fois les ampères-tours provoqués par un courant différentiel résiduel égal à $I_{\Delta n}$ à la tension d'emploi assignée, l'impédance du circuit du dispositif de contrôle est mesurée et le courant d'essai est calculé en tenant compte de la configuration du circuit du dispositif de contrôle.

Si pour une telle vérification, le démontage de l'ID s'avère nécessaire, un échantillon distinct doit être utilisé.

NOTE La vérification de l'endurance du dispositif de contrôle est considérée comme étant couverte par les essais du 9.10.

9.17 Vacant

9.18 Vérification du comportement des ID en cas de surintensité dans le circuit principal

L'ID est relié comme en usage normal à une résistance réglée de sorte qu'un courant égal à $6 I_n$ circule dans deux voies de courant de l'ID.

Une charge monophasée est établie par le biais d'un interrupteur d'essai, puis coupée après 1 s.

Pour les ID avec deux voies de courant, l'essai est répété trois fois, l'intervalle entre deux manœuvres de fermeture consécutives étant d'au moins 1 min.

Pour les ID tripolaires et tétrapolaires, l'essai est répété trois fois pour chaque combinaison possible de voies de courant, l'intervalle entre deux manœuvres de fermeture consécutives étant d'au moins 1 min.

L'ID ne doit pas s'ouvrir.

Pour les ID qui ont plusieurs réglages, l'essai est effectué au réglage le plus bas.

9.19 Vérification du comportement des ID en cas d'ondes de courant produites par des surtensions

9.19.1 Essai d'onde de courant pour tous les ID (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie de 0,5 μ s/100 kHz)

L'ID est soumis à l'essai en utilisant un générateur d'onde de courant capable de produire une onde de courant oscillatoire amortie représentée à la Figure 16. Un exemple de circuit pour le raccordement de l'ID est représenté à la Figure 17.

Un pôle de l'ID choisi au hasard doit être soumis à 10 applications du courant de choc. La polarité de l'onde de courant doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications consécutives doit être de 30 s environ.

L'impulsion de courant doit être mesurée par un moyen approprié, et réglée en utilisant un ID supplémentaire du même type et ayant les mêmes valeurs I_n et $I_{\Delta n}$ de façon à respecter les exigences suivantes:

- valeur de crête: $200 A^{+10}_0 \%$
ou $25 A^{+10}_0 \%$ pour les ID avec $I_{\Delta n} \leq 10 \text{ mA}$
- durée conventionnelle du front: $0,5 \mu s \pm 30 \%$
- période de l'onde oscillatoire suivante: $10 \mu s \pm 20 \%$
- chaque crête inversée successive: environ 60 % de la valeur de crête précédente

Pendant les essais, l'ID ne doit pas se déclencher.

Après l'essai, l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai de $I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, et le temps de fonctionnement doit être conforme au Tableau 11.

9.19.2 Vérification du comportement à des courants de choc inférieurs ou égaux à 3 000 A (essai de courant de choc de 8/20 µs)

9.19.2.1 Conditions d'essai

L'ID est soumis à l'essai en utilisant un générateur de courant capable de produire un courant de choc amorti de 8/20 µs, conformément à l'IEC 60060-2 et comme cela est indiqué à la Figure 18. Un exemple de circuit pour le raccordement de l'ID est représenté à la Figure 19.

Un pôle de l'ID choisi au hasard doit être soumis à 10 applications du courant de choc. La polarité de l'onde de courant de choc doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications consécutives doit être de 30 s environ.

L'impulsion de courant doit être mesurée par un moyen approprié, et réglée en utilisant un ID supplémentaire du même type et ayant les mêmes valeurs I_n et $I_{\Delta n}$ de façon à respecter les exigences suivantes:

- valeur de crête: $3\,000\text{ A }^{+10}_0\%$
- durée conventionnelle du front: $8\text{ µs } \pm 20\%$
- durée conventionnelle à la moitié de la valeur: $20\text{ µs } \pm 20\%$
- crête du courant inverse: moins de 30 % de la valeur de crête

Il convient d'adapter le courant à la forme asymptotique du courant. Pour les autres échantillons du même type (même I_n et même $I_{\Delta n}$), il convient que le courant inverse, le cas échéant, ne dépasse pas 30 % de la valeur de crête.

9.19.2.2 Résultats d'essais pour les ID de type S

Pendant les essais, l'ID ne doit pas se déclencher.

Après l'essai, l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai de $I_{\Delta n}$, dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, et le temps de fonctionnement doit être conforme au Tableau 11.

9.19.2.3 Résultats d'essais pour les ID de type général

Pendant les essais, l'ID peut se déclencher. Après chaque déclenchement, l'ID doit être fermé à nouveau.

Après l'essai, l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai de $I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, et le temps de fonctionnement doit être conforme au Tableau 11.

9.20 Vérification de la fiabilité

9.20.1 Essai climatique

9.20.1.1 Chambre d'essai

L'essai repose sur l'IEC 60068-2-30 en tenant compte de l'IEC 60068-3-4.

La chambre d'essai doit être conçue, comme cela est indiqué à l'Article 4 de l'IEC 60068-2-30:2005. L'eau de condensation doit être continuellement évacuée de la chambre d'essai et ne doit être réutilisée qu'après avoir été purifiée. Seule de l'eau distillée doit être utilisée pour maintenir l'humidité à l'intérieur de l'enceinte.

Avant d'être placée dans l'enceinte, l'eau distillée doit avoir une résistivité d'au moins 500 Ωm et un pH de $7,0 \pm 1,0$. Pendant l'essai, il convient que la résistivité soit d'au moins 100 Ωm et que le pH reste à $7,0 \pm 1,0$.

9.20.1.2 Sévérité

Les cycles sont effectués dans les conditions suivantes:

- température la plus élevée: $55\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$;
- nombre de cycles: 28.

9.20.1.3 Procédure d'essai

Pour les ID qui ont plusieurs réglages, les essais doivent être effectués au réglage le plus bas.

La procédure d'essai doit être conforme à l'Article 4 de l'IEC 60068-2-30:2005 et à l'IEC 60068-3-4:2001.

a) Vérification initiale

Une vérification initiale est effectuée en soumettant l'ID à l'essai conformément au 9.9.1.2.3 1) de l'IEC 61008-2-1:2024 ou au 9.9.1.2.3 1) de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas), mais seulement à $I_{\Delta n}$.

b) Conditionnement

- 1) L'ID, monté et équipé de conducteurs comme en usage normal, est introduit dans la chambre.
- 2) Période de stabilisation (voir Figure 20).

La température de l'ID doit être stabilisée à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$:

- i) en plaçant l'ID dans une chambre distincte avant de l'introduire dans la chambre d'essai;
- ii) soit en réglant la température de la chambre d'essai à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ après y avoir placé l'ID et en la maintenant dans ces limites jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte.

Durant la stabilisation de la température selon l'une de ces méthodes, l'humidité relative doit être comprise dans les limites indiquées pour les conditions atmosphériques d'essai normales (voir le Tableau 47).

Pendant la dernière heure de l'essai, l'ID étant dans la chambre d'essai, l'humidité relative doit être portée à une valeur d'au moins 95 % à une température de l'air ambiant de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

3) Description du cycle de 24 h (voir Figure 21)

- i) La température de l'enceinte doit être augmentée progressivement jusqu'à la valeur de la température la plus élevée spécifiée en 9.20.1.2.

La température supérieure doit être obtenue en un temps égal à $3\text{ h} \pm 30\text{ min}$ et à une vitesse comprise dans les limites définies par l'aire hachurée de la Figure 21.

Pendant cette période, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %. Pendant cette période, de la condensation doit se former sur l'ID.

La condition pour que de la condensation se forme implique que la température de surface de l'ID soit inférieure à celle du point de rosée de l'atmosphère. Cela signifie que l'humidité relative est supérieure à 95 % si la constante de temps thermique est faible. Il convient de prendre des précautions afin qu'aucune goutte d'eau condensée ne puisse tomber sur l'échantillon.

- ii) La température doit alors être maintenue pendant 12 h avec une tolérance de ± 30 min à partir du démarrage du cycle à une valeur pratiquement constante, dans les limites de $\pm 2^\circ\text{C}$ spécifiées pour la température la plus élevée.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être de $93\% \pm 3\%$, sauf pendant les 15 premières et les 15 dernières minutes pendant lesquelles elle doit être comprise entre 90% et 100% .

Aucune condensation ne doit se produire sur l'ID pendant les 15 dernières minutes.

- iii) La température doit ensuite être abaissée à $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ dans un délai compris entre 3 h et 6 h. Au début, pendant 1 h et 30 min, la vitesse d'abaissement de la température doit être telle que, si elle était maintenue comme cela est indiqué à la Figure 21, la température de $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ serait atteinte en $3\text{ h} \pm 15\text{ min}$.

Pendant la période de chute de température, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95% , sauf au cours des 15 premières minutes au cours desquelles elle soit d'au moins 90% .

- iv) La température doit alors être maintenue à $25^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ avec une humidité relative d'au moins 95% jusqu'à la fin du cycle de 24 h.

Pendant les 28 cycles, l'ID doit rester en position fermée.

9.20.1.4 Rétablissement

À la fin des cycles, la porte de la chambre d'essai doit être ouverte, et la régulation en température et la régulation en humidité sont coupées.

Une période de 4 h à 6 h doit s'écouler pour permettre le rétablissement des conditions ambiantes (température et humidité).

L'ID ne doit pas être retiré de la chambre d'essai et doit rester en position fermée avant d'effectuer la vérification finale.

9.20.1.5 Vérification finale

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

9.20.2 Essai à la température de 40°C

Pour les ID qui ont plusieurs réglages, les essais doivent être effectués au réglage le plus bas.

L'ID est monté comme en usage normal sur une paroi de contreplaqué de 20 mm d'épaisseur environ, peinte en noir mat.

Pour chaque pôle, un conducteur est connecté à chaque borne de l'ID, comme cela est spécifié en 9.2. L'ensemble est placé dans une étuve.

Un courant égal au courant assigné est ensuite appliqué à l'ID, puis ce dernier est soumis à 28 cycles à une température de l'air ambiant de $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$, chaque cycle comprenant 21 h avec circulation d'un courant et 3 h sans courant. Le courant est interrompu par un interrupteur auxiliaire, l'ID n'étant pas manœuvré.

Pour les ID tétrapolaires, trois pôles seulement sont chargés.

À la fin de la dernière période de 21 h avec circulation de courant, l'échauffement des bornes est déterminé au moyen de thermocouples à fils fins. Cet échauffement ne doit pas dépasser 65 K.

Après cet essai, laisser l'ID refroidir dans l'enceinte jusqu'à ce qu'il atteigne approximativement la température ambiante, sans circulation de courant.

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3., de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

9.21 Vérification de la tenue au vieillissement

L'ID est placé pendant 168 h à une température de l'air ambiant de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et est chargé au courant assigné.

Pour les ID tétrapolaires, trois pôles seulement sont chargés.

Après cet essai, laisser l'ID refroidir dans l'enceinte jusqu'à ce qu'il atteigne approximativement la température ambiante, sans circulation de courant. Les parties électroniques ne doivent présenter aucun dommage.

L'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3., de l'IEC 61008-2-1:2024 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas). Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

9.22 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Le 9.22 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou le 9.22 de l'IEC 61008-2-2:2024, selon le cas, s'applique conformément à la classification 4.1.

9.23 Essai de la résistance à la rouille

Les parties à soumettre à l'essai sont dégraissées par immersion dans un dégraissant chimique froid (tel que du méthyle chloroforme ou de l'essence raffinée) pendant 10 min. Elles sont ensuite plongées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans l'eau maintenue à une température de $(20 \pm 5)\text{ °C}$.

Les parties sont placées pendant 10 min, sans séchage, mais après en avoir secoué les gouttes éventuelles, dans une enceinte qui contient de l'air saturé en humidité à une température de $(20 \pm 5)\text{ °C}$.

Après séchage pendant 10 min dans une étuve à une température de $(100 \pm 5)\text{ °C}$, les parties ne doivent présenter aucune trace de rouille sur leurs surfaces.

NOTE Les traces de rouille sur les angles vifs et un voile jaunâtre qui disparaît par frottement ne sont pas pris en considération.

Pour les petits ressorts et organes analogues et pour les parties inaccessibles exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut procurer une protection suffisante contre la rouille. De telles parties ne sont soumises à l'essai que s'il y a doute concernant l'efficacité de la couche de graisse, et l'essai est alors effectué sans dégraissage préalable.

9.24 Vérification du comportement de l'ID dans des conditions de surtension temporaire (TOV)

9.24.1 Généralités

La source de la tension d'essai doit être capable de fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A et ne pas dépasser 1 A.

La tension d'essai doit avoir une forme d'onde pratiquement sinusoïdale, et une fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

La tension est appliquée aux bornes d'alimentation. Toutefois, si le côté alimentation n'est pas indiqué, deux échantillons sont soumis à l'essai d'un côté, et un troisième échantillon est soumis à l'essai du côté opposé.

La vérification est effectuée par les essais du 9.24.2 et du 9.24.3.

Après l'essai, l'ID doit être vérifié conformément au 9.24.4.

9.24.2 Essai de TOV pour tous les ID

Cet essai ne s'applique pas aux ID tripolaires.

L'ID étant en position fermée, une tension de $\sqrt{3} \times U_0$ est appliquée pendant 1 h entre le neutre et un pôle, un pôle différent étant soumis à l'essai par échantillon.

Pendant l'essai, l'ID peut se déclencher automatiquement. Si cela se produit, l'essai est interrompu. Aucun amorçage ni claquage ne doit se produire. Les décharges lumineuses qui ne coïncident pas avec une chute de tension ne sont pas prises en compte.

Après l'essai, l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2, selon le cas. Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

9.24.3 Essais supplémentaires pour les ID qui comportent une borne destinée à être connectée à la terre de protection

Les essais du présent 9.24.3 ne s'appliquent ni aux ID unipolaires avec deux voies de courant ni aux ID tripolaires avec quatre voies de courant.

Pendant l'essai, l'ID peut se déclencher automatiquement. Si cela se produit, l'essai est interrompu. Aucun amorçage ni claquage ne doit se produire. Les décharges lumineuses qui ne coïncident pas avec une chute de tension ne sont pas prises en compte.

L'ID étant alimenté comme en usage normal et étant en position fermée, une tension supplémentaire est appliquée entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant, aux valeurs de tension suivantes:

- a) $U_{TOV} = 1\,200\text{ V}$ en courant alternatif est appliquée pendant 5 s conformément à la Figure 24;
- b) $U_{TOV} = 250\text{ V}$ en courant alternatif est appliquée pendant 1 h conformément à la Figure 24.

Immédiatement après les essais du 9.24.3 b), l'ID doit se déclencher avec un courant d'essai égal à $1,25 I_{\Delta n}$ dans les conditions du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-1 ou du 9.9.1.2.3 de l'IEC 61008-2-2, selon le cas. Un seul essai est effectué, sans mesurer le temps de fonctionnement.

9.24.4 Vérification après les essais

Après les essais, l'ID est alimenté à la tension d'emploi assignée et fermé. L'ID est ensuite ouvert avec le dispositif de contrôle et ne doit présenter aucun dommage visible.

Tableau 1 – Marquage

	Marquage ou élément d'information	Emplacement du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit lorsqu'il est installé	Sur le produit	Dans les informations sur le produit
A	Nom ou marque commerciale du fabricant		X	
B	Désignation du type, numéro de catalogue ou numéro de série		X	
C	Tension(s) d'emploi assignée(s)		X	
D ^a	Courant assigné	X		
E	Fréquence assignée conformément aux valeurs préférentielles du 5.3.5 Fréquence assignée différente des valeurs préférentielles du 5.3.5		X	X
F	Courant différentiel de fonctionnement assigné	X		
G	Réglages du courant différentiel de fonctionnement pour les ID qui ont plusieurs courants différentiels de fonctionnement	X		
H	Pouvoir de fermeture et de coupure assigné de l'ID			X
I	Vacant			
J ^b	Pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné		X	
K	Degré de protection (seulement s'il diffère de IP 20)			X
L	Position d'utilisation, si nécessaire		X	
M	Symbole littéral  (S dans un carré) pour les appareils de type S	X		
N	Marquage conforme à la classification en 4.1			X
O	Organe de manœuvre du dispositif de contrôle, repéré par la lettre T	X		
P ^d	Schéma de câblage, sauf si le raccordement est évident		X	
Q ^{c, e}	Caractéristiques de fonctionnement en présence de courants différentiels résiduels comportant des composantes continues	X		
R	Valeur de U_x (le cas échéant) pour les dispositifs conformes au 4.1.5 et au 4.1.6		X	
S	Référence à la norme de produit (IEC 61008-2-1 ou IEC 61008-2-2)		X	
T	Vacant			
U	S'il est nécessaire de distinguer les bornes d'alimentation et les bornes de sortie, celles-ci doivent être marquées clairement (en plaçant les mots "ligne" ou "sortie" près des bornes correspondantes ou par des flèches indiquant la direction du flux de puissance, par exemple).		X	
V	Les bornes exclusivement destinées à la connexion du conducteur neutre doivent être repérées par le symbole N		X	
W	Les bornes destinées à la FE doivent être marquées du symbole (IEC 60417-5018:2011-07) 		X	

a	Vacant
b	A indiquer par un marquage en cas de différence par rapport au pouvoir de coupure et de fermeture assigné
c	L'un des marquages suivants s'applique: – ID de type AC marqués du symbole (IEC 60417-6148:2012-01)  – ID de type A marqués du symbole (IEC 60417-6149:2012-01) 
d	Cette information peut être placée à l'intérieur de tout capot qui doit être démonté pour le raccordement à l'alimentation
e	Il n'est pas nécessaire que le symbole de type AC soit visible après l'installation, mais il doit être apposé sur le produit.

Tableau 2 – Vacant

Tableau 3 – Vacant

Tableau 4 – Vacant

Tableau 5 – Vacant

Tableau 6 – Vacant

Tableau 7 – Vacant

Tableau 8 – Vacant

Tableau 9 – Vacant

Tableau 10 – Vacant

Tableau 11 – Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse pour courants résiduels alternatifs (valeurs efficaces) d'ID de types AC et A

Valeurs limites normalisées du temps de fonctionnement et du temps de non-réponse (s) d'ID de types AC et A dans le cas de courants résiduels alternatifs (valeurs efficaces)									
Type	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$ ou 0,25 A ^a	5 A - 200 A ^b	500 A	
Général	Toute valeur	≤ 0,03	0,3	0,15		0,04	0,04	0,04	Temps de fonctionne- ment maximaux
		> 0,03	0,3	0,15	0,04		0,04	0,04	
S	≥ 25	> 0,03	0,5	0,2	0,15		0,15	0,15	Temps de non-réponse minimaux
		> 0,03	0,13	0,06	0,05		0,04	0,04	

^a La valeur pour cet essai doit être déterminée par le fabricant.

^b Les essais ne sont effectués qu'au cours de la vérification du fonctionnement correct conformément au 9.9.1.2.4 de l'IEC 61008-2-1:2024 ou au 9.9.1.2.4 de l'IEC 61008-2-2:2024 (selon le cas).

Tableau 12 – Valeurs maximales normalisées du temps de fonctionnement pour courants de défaut d'une demi-onde (valeurs efficaces) d'ID de type A

			Valeurs maximales normalisées du temps de fonctionnement d'ID de type A dans le cas de courants résiduels pulsés (valeurs efficaces) égaux à							
Type	I_n A	$I_{\Delta n}$ A	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}$	0,35 A	0,5 A	350 A
Général	Toute valeur	< 0,03		0,3		0,15			0,04	0,04
		0,03	0,3		0,15			0,04		0,04
		> 0,03	0,3		0,15		0,04			0,04
S	≥ 25	> 0,03	0,5		0,2		0,15			0,15

Tableau 13 – Vacant

Tableau 14 – Limites du courant de déclenchement

Angle de phase	Courant de déclenchement		
	Limite inférieure	Limite supérieure	
		$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} \geq 30 \text{ mA}$
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

Tableau 15 – Vacant

Tableau 16 – Vacant

Tableau 17 – Vacant

Tableau 18 – Vacant

Tableau 19 – Tension de tenue aux chocs assignée en fonction de la tension nominale de l'installation

Tension de tenue aux chocs assignée U_{imp} kV	Tension nominale de l'installation	
	Systèmes triphasés V	Système monophasé avec un point milieu raccordé à la terre V
2,5 ^a		120/240 ^b
4 ^a	230/400	120/240, 240 ^c

NOTE 1 Pour les tensions d'essai de vérification de l'isolation, voir Tableau 22.

NOTE 2 Pour les tensions d'essai de vérification de la distance de sectionnement à travers les contacts ouverts, voir Tableau 23

^a Les valeurs 3 kV et 5 kV respectivement sont utilisées pour vérifier les distances de sectionnement à travers les contacts ouverts à l'altitude de 2 000 m (voir Tableau 20 et Tableau 23).

^b Pour l'installation au Japon.

^c Pour l'installation dans les pays d'Amérique du Nord.

Tableau 20 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales

	Distances d'isolement minimales mm			Lignes de fuite minimales ^{e, f} mm											
				Groupe IIIa ^h (175 ≤ IRC < 400) ^d				Groupe II (400 ≤ IRC < 600) ^d				Groupe I (600 ≤ IRC) ^d			
	Tension d'emploi assignée V			Tension de service ^e V											
	<i>U_{imp}</i>														
	2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description/ Élément	120/ 240 120	120/ 240 240	230/ 400 230 400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400	> 25 ≤ 50 ⁱ	120	250	400
1. Entre parties actives qui sont séparées lorsque les contacts sont en position ouvertea, j	2,0	4,0	4,0	1,2	2,0	4,0	4,0	0,9	2,0	4,0	4,0	0,6	2,0	4,0	4,0
2. Entre parties actives de polarité différentea, k	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0
3. Entre circuits alimentés par des sources différentes, l'une d'elles étant un système TBTP ou un système TBTSg	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0

	Distances d'isolement minimales mm			Lignes de fuite minimales ^{e, f} mm					
				Groupe IIIa ^h (175 ≤ IRC < 400) ^d		Groupe II (400 ≤ IRC < 600) ^d		Groupe I (600 ≤ IRC) ^d	
	Tension d'emploi assignée V			Tension de service ^e V					
	U_{imp}								
	2,5 kV	4 kV	4 kV						
				Tension d'emploi assignée V					
				120 / 240	230/400	120 / 240	230/400	120 / 240	230/400
4. Entre les parties actives et – les surfaces accessibles des organes de manœuvre – les vis ou autres dispositifs de fixation de capots qui doivent être retirés lors du montage de l'ID; – la surface sur laquelle l'ID est monté b – les vis ou les autres organes de fixation de l'ID b – les couvercles ou boîtes métalliques b – les autres parties métalliques accessibles c – les châssis métalliques qui supportent les ID à encastrer.	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5	3,0

1) Les valeurs données pour 400 V sont aussi valables pour 440 V.

2) Les parties de la voie neutre, le cas échéant, sont considérées comme des parties actives.

^a Pour les contacts auxiliaires et les contacts de commande, les valeurs sont données dans l'IEC 62019.

^b Les valeurs doivent être multipliés par deux si les distances d'isolement et les lignes de fuite entre les parties actives du dispositif et l'écran métallique ou la surface sur laquelle l'ID est monté ne dépendent pas seulement de la conception de l'ID.

^c Y compris une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant qui sont accessibles après installation en usage normal. La feuille est poussée dans les coins, rainures, etc. au moyen d'un doigt d'épreuve rigide et non articulé, conformément au 9.6 (calibre d'essai 11 de l'IEC 61032).

^d Voir l'IEC 60112.

^e Les lignes de fuite qui correspondent aux valeurs de tension intermédiaires à celles répertoriées comme tension de service peuvent être déterminées par interpolation. En cas d'interpolation, une interpolation linéaire doit être utilisée et les valeurs doivent être arrondies au même nombre de chiffres que les valeurs issues des tableaux. Pour déterminer les lignes de fuite, l'Annexe B s'applique.

^f Les lignes de fuite ne peuvent pas être inférieures aux distances d'isolement associées.

^g Pour couvrir toutes les tensions, y compris la TBT (voir l'IEC 60364-4-41:2005, Article 414) d'un contact auxiliaire.

^h Pour le groupe de matériaux IIIb (100 ≤ IRC < 175), les valeurs du groupe de matériaux IIIa multipliées par 1,6 s'appliquent.

ⁱ Pour les tensions de service inférieures ou égales à 25 V, l'IEC 60664-1 peut être prise pour référence.

^j La distance d'isolement et les lignes de fuite entre les parties métalliques dans la chambre de coupure peuvent être inférieures à 1 mm, à condition que la somme des distances soit supérieure à celle spécifiée au point 1 du présent Tableau 20.

^k En général, cela s'applique aux distances d'isolement et aux lignes de fuite entre les parties actives et toutes les surfaces adjacentes à l'ID lorsqu'il est installé. Si des surfaces adjacentes à l'ID ne satisfont pas aux exigences en matière de distance d'isolement et de ligne de fuite, les informations appropriées doivent être fournies pour l'installation. Dans ce cas, au moins la moitié des distances exigées doit être prévue.

Tableau 21 – Tension d'essais des circuits auxiliaires

Tension assignée des circuits auxiliaires (courant alternatif ou continu) V		Tension d'essai V
Supérieure à	Inférieure ou égale à	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

**Tableau 22 – Tension d'essai pour la
vérification de la tension assignée de tenue aux chocs**

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essai à l'altitude correspondante Valeur de crête de $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

**Tableau 23 – Tension d'essai en fonction de la tension assignée
de tenue aux chocs de l'ID et de l'altitude où est effectué l'essai,
pour la vérification de l'aptitude au sectionnement**

Tension nominale de l'installation V	Tensions d'essai à l'altitude correspondante Valeur de crête de $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
Système monophasé avec un point milieu raccordé à la terre 120/240 ^a	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0
Système monophasé 120/240 240 ^b	6,2	6,0	5,8	5,6	5,0
Systèmes triphasés 230/400	6,2	6,0	5,8	5,6	5,0
^a Pour l'installation au Japon.					
^b Pour l'installation dans les pays d'Amérique du Nord.					

Tableau 24 – Sections connectables des conducteurs en cuivre pour bornes à vis

Courant assigné ^a A		Plage des sections nominales à serrer ^b mm ²	
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Conducteurs rigides (massifs ou câblés ^c)	Conducteurs souples
–	13	1 à 2,5	1 à 2,5
13	16	1 à 4	1 à 4
16	25	1,5 à 6	1,5 à 6
25	32	2,5 à 10	2,5 à 6
32	50	4 à 16	4 à 10
50	80	10 à 25	10 à 16
80	100	16 à 35	16 à 25
100	125	25 à 50	25 à 35

NOTE Des informations relatives aux conducteurs AWG sont données à l'Annexe I.

^a Les bornes d'une série d'ID dont la conception de base est identique et dont la conception et la réalisation des bornes sont également identiques sont équipées de conducteurs en cuivre massifs ou câblés, selon le cas, de la plus petite section pour le courant assigné minimal et de la plus grande section pour le courant assigné maximal, comme cela est spécifié.

^b Pour des courants assignés inférieurs ou égaux à 50 A, il est exigé que les bornes soient conçues de manière à serrer des conducteurs massifs ainsi que des conducteurs câblés rigides. Toutefois, il est admis que les bornes destinées aux conducteurs de section 1 mm² à 6 mm² soient conçues pour serrer seulement des conducteurs massifs.

^c Les conducteurs câblés rigides doivent être utilisés pour les conducteurs de section 1,5 mm² à 50 mm² et doivent être conformes à la classe 2 de l'IEC 60228 relative aux âmes câblées pour câbles unipolaires.

Tableau 25 – Conducteurs d'essai en cuivre qui correspondent aux courants assignés

Courant assigné I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$	$32 < I_n \leq 50$	$50 < I_n \leq 63$	$63 < I_n \leq 80$	$80 < I_n \leq 100$	$100 < I_n \leq 125$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50

Tableau 26 – Diamètres des filetages et couples appliqués

Diamètre nominal du filetage mm		Couple Nm		
Supérieur à	Inférieur ou égal à	I	II	III
–	2,8	0,2	0,4	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0	2,0
5,3	6,0	1,2	2,5	3,0
6,0	8,0	2,5	3,5	6,0
8,0	10,0	–	4,0	10,0

Tableau 27 – Forces de traction

Section du conducteur inséré dans la borne mm ²	1 à 4 inclus	Supérieur à 4 et jusqu'à 6 inclus	Supérieur à 6 et jusqu'à 10 inclus	Supérieur à 10 et jusqu'à 16 inclus	Supérieur à 16 et jusqu'à 50 inclus
Traction N	50	60	80	90	100

Tableau 28 – Valeurs des échauffements

Parties ^{a, b}	Échauffement K
Bornes pour connexions externes ^c	65
Parties externes susceptibles d'être touchées lors d'une manœuvre manuelle de l'ID, y compris les organes de manœuvre en matériau isolant et les dispositifs métalliques pour le couplage des organes de manœuvre isolés à plusieurs pôles	40
Parties métalliques externes des organes de manœuvre	25
Autres parties externes, y compris la face de l'ID en contact direct avec la surface de montage	60
^a Aucune valeur n'est spécifiée pour les contacts, car la conception de la plupart des ID est telle que la température de ces parties ne peut pas être mesurée directement sans risque de provoquer des altérations ou un déplacement des parties susceptibles de compromettre la reproductibilité des essais. L'essai de fiabilité (voir 9.20) est considéré comme suffisant pour la vérification indirecte du comportement des contacts vis-à-vis d'échauffements non admissibles en service.	
^b Aucune valeur n'est spécifiée pour les parties autres que celles indiquées dans le tableau, mais les parties adjacentes en matériau isolant ne doivent pas subir de dommages, et le fonctionnement de l'ID ne doit pas être altéré.	
^c Pour les ID enfichables, les bornes de la base sur laquelle l'ID est installé.	

Tableau 29 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai

Courant d'essai I_{cc}	Plage de facteurs de puissance correspondante
A	
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 à 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 à 0,90
$3\,000 < I_{cc} \leq 4\,500$	0,75 à 0,80
$4\,500 < I_{cc} \leq 6\,000$	0,65 à 0,70
$6\,000 < I_{cc} \leq 10\,000$	0,45 à 0,50
$10\,000 < I_{cc} \leq 25\,000$	0,20 à 0,25

Tableau 30 – Valeurs de tenue et durée des surtensions temporaires

TOV		
Occurrence	Tension	Durée
Entre le neutre et tous les autres pôles	$\sqrt{3} \times U_o$	1 h
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^{a, b}	$1\,200 \text{ V} + U_o$	5 s
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^{a, b}	$250 \text{ V} + U_o$	1 h
^a Seulement pour un ID qui comporte une borne destinée à être connectée à la terre de protection. ^b Non applicable aux ID unipolaires avec deux voies de courant ni aux ID tripolaires avec quatre voies de courant.		

