

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Residual current devices with or without overcurrent protection for
socket-outlets for household and similar uses**

**Dispositifs à courant différentiel résiduel avec ou sans protection contre les
surintensités pour les socles de prises de courant destinés à des installations
domestiques et analogues**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

CONSOLIDATED VERSION

VERSION CONSOLIDÉE



**Residual current devices with or without overcurrent protection for
socket-outlets for household and similar uses**

**Dispositifs à courant différentiel résiduel avec ou sans protection contre les
surintensités pour les socles de prises de courant destinés à des installations
domestiques et analogues**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-2672-8

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.

REDLINE VERSION

VERSION REDLINE



**Residual current devices with or without overcurrent protection for
socket-outlets for household and similar uses**

**Dispositifs à courant différentiel résiduel avec ou sans protection contre les
surintensités pour les socles de prises de courant destinés à des installations
domestiques et analogues**

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
3.1 Definitions relating to currents flowing from live parts to earth	14
3.2 Definitions relating to the energization of a residual current device	15
3.3 Definitions relating to the operation and functions of the residual current device	15
3.4 Definitions relating to values and ranges of energizing quantities	17
3.5 Definitions relating to values and ranges of influencing quantities	19
3.6 Definitions relating to conditions of operation	20
3.7 Definitions relating to tests	21
3.8 Definitions relating to residual current devices in general	21
4 Classification.....	21
4.1 Classification according to behaviour resulting from failure of the line voltage	22
4.1.1 SRCD not opening automatically in case of failure of the line voltage	22
4.1.2 SRCD opening automatically in case of failure of the line voltage	22
4.2 Classification according to the design.....	22
4.2.1 SRCD consisting of an RCD incorporated in (a) fixed socket-outlet(s)	22
4.2.2 SRCD consisting of an RCD intended to be associated with fixed socket-outlets within the same mounting box or within two adjacent compatible boxes.....	22
4.2.3 SRCD consisting of an RCD incorporated in a connection unit intended to protect only one piece of fixed electrical equipment (e.g. hand dryer, water cooler, etc.) immediately adjacent to the SRCD	22
4.3 Classification according to behaviour in presence of d.c. components	22
4.4 Classification according to the provision for earthing	22
4.5 Classification according to the design of the cover plate.....	22
4.6 Classification according to the method of mounting	22
4.7 Classification according to the environmental conditions	23
4.7.1 Classification according to the degree of protection against ingress of solid foreign objects	23
4.7.2 Classification according to the degree of protection against harmful ingress of water	23
4.7.3 Classification according to the range of ambient air temperature	23
4.8 Classification according to the type of terminals	23
4.9 Classification according to overcurrent protection.....	23
5 Characteristics of SRCDs	23
5.1 Summary of characteristics	23
5.2 Characteristics common to all socket-outlet residual current devices	24
5.2.1 Rated current (I_n)	24
5.2.2 Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$).....	24
5.2.3 Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	24
5.2.4 Rated voltage (U_n).....	24
5.2.5 Rated frequency	24
5.2.6 Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$).....	24

5.2.7	Operating characteristics in case of residual current.....	24
5.3	Characteristics specific to SRCDs with overcurrent protection (see 4.9)	25
5.3.1	SRCDs classified according to 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1)	25
5.3.2	Rated short-circuit capacity (I_{cn}) for SRCD classified according to 4.9 c) 2)	26
5.4	Preferred or standard values	26
5.4.1	Preferred values of rated voltage (U_n)	26
5.4.2	Standard values of rated current (I_n).....	26
5.4.3	Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	26
5.4.4	Standard value of rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	26
5.4.5	Standard values of rated frequency	26
5.4.6	Standard values of the rated making and breaking capacity (I_m).....	26
5.4.7	Standard values of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	27
5.4.8	Standard values of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	27
5.4.9	Standard values of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$).....	27
5.4.10	Standard values of the rated short-circuit capacity (I_{cn})	27
5.4.11	Standard values of break time	27
5.5	Standard ranges of overcurrent instantaneous tripping for SRCDs to 4.9 c) 2).....	28
6	Marking and other product information.....	28
6.1	General.....	28
6.2	Additional marking for screwless terminals	30
6.3	Additional marking for SRCDs with an FE connection	30
7	Standard conditions for operation in service and for installation.....	30
8	Requirements for construction and operation.....	31
8.1	General.....	31
8.2	Information and marking	31
8.3	Mechanical and electrical design	31
8.3.1	Mechanism	31
8.3.2	Clearance and creepage distances	32
8.3.3	Standing current in the FE.....	34
8.3.4	Screws, current-carrying parts and connections.....	34
8.3.5	Terminals	35
8.4	Operating characteristics.....	35
8.4.1	Operation in response to the type of residual current.....	35
8.4.2	Operation in response to the presence of a residual current equal to or greater than $I_{\Delta n}$	36
8.5	Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring	36
8.6	Test device.....	36
8.7	Temperature rise	36
8.8	Resistance to humidity	37
8.9	Dielectric properties	37
8.10	EMC compliance and unwanted tripping	37
8.10.1	EMC	37
8.10.2	Resistance against unwanted tripping due to current surges caused by impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A	37
8.11	Behaviour of SRCDs in case of overcurrent conditions	37
8.11.1	For all SRCDs	37

8.11.2	Behaviour of SRCDs classified according to 4.9 c) in case of overcurrent conditions	38
8.11.3	Standard time-(over)current zone for SRCD according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)	38
8.12	Resistance of the insulation against impulse voltages	39
8.13	Mechanical and electrical endurance	39
8.14	Resistance to mechanical shock	39
8.15	Reliability	39
8.16	Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD	39
8.16.1	Inaccessibility of live parts	40
8.16.2	Accessible knobs, operating means etc.	40
8.16.3	Accessible parts of SRCDs	40
8.16.4	Degree of protection IP of the SRCD	41
8.17	Resistance to heat	41
8.18	Resistance to abnormal heat and to fire	41
8.19	Behaviour of SRCDs within ambient temperature range	41
8.20	Resistance to temporary overvoltages	41
9	Tests	42
9.1	General	42
9.1.1	Test conditions	42
9.1.2	Characteristics of SRCDs	42
9.2	Marking and test of indelibility of marking	43
9.3	Verification of the trip-free mechanism	43
9.3.1	General test conditions	43
9.3.2	Test procedure	44
9.4	Test for the verification of electronic circuits	44
9.5	Requirements for capacitors and specific resistors and inductors	45
9.5.1	Capacitors	45
9.5.2	Resistors and inductors	45
9.6	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections	47
9.7	Screwed and screwless terminals	47
9.7.1	Screwed terminals for external copper conductors	47
9.7.2	Screwless terminals for external copper conductors	53
9.8	Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs	59
9.8.1	Test circuit	59
9.8.2	Verification of behaviour in the case of supply voltage failure	60
9.8.3	Off-load tests with residual sinusoidal alternating currents at the reference temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$	60
9.8.4	Verification of the correct operation with load at the reference temperature	61
9.8.5	Verification of the correct operation at the temperature limits with and without load	61
9.8.6	Additional tests for SRCDs fitted with an FE	62
9.8.7	Verification of correct operation of type A SRCDs with residual currents having a d.c. component	63
9.9	Verification of behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring	64
9.10	Verification of the test device	64
9.10.1	Verification of the simulated residual current	64
9.10.2	Verification of the operation of the test device	65

9.11	Verification of the limit of temperature rise	65
9.11.1	Test conditions	65
9.11.2	Ambient air temperature	66
9.11.3	Test procedure	66
9.11.4	Measurement of the temperature rise of different parts	66
9.12	Resistance to humidity	66
9.12.1	Preparation of the SRCD for test	66
9.12.2	Test conditions	66
9.12.3	Test procedure	67
9.12.4	Condition of the SRCD after the test	67
9.13	Test of dielectric properties	67
9.13.1	Insulation resistance of the main circuit	67
9.13.2	Dielectric strength of the main circuit	68
9.13.3	Capability of withstanding high d.c. voltages due to insulation measurements	68
9.14	EMC compliance and unwanted tripping	69
9.14.1	Electromagnetic compatibility (EMC)	69
9.14.2	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A (ring wave test)	69
9.15	Verification of the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions	69
9.15.1	List of the overcurrent tests	69
9.15.2	Short-circuit tests	70
9.15.3	Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1	76
9.16	Verification of clearances of the SRCD with the impulse withstand voltage test	77
9.17	Mechanical and electrical endurance	78
9.17.1	Normal operation of socket-outlets of the SRCD	78
9.17.2	Test of the RCD part of the SRCD	78
9.18	Resistance to mechanical shock	80
9.18.1	General	80
9.18.2	Impact test apparatus	80
9.18.3	Surface type SRCD	83
9.18.4	Screwed glands	84
9.18.5	Shuttered SRCDs	84
9.19	Reliability	84
9.19.1	Climatic test	85
9.19.2	Test with temperature of 40 °C	86
9.20	Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD	87
9.20.1	Protection against electric shock	87
9.20.2	Degree of protection IP of the SRCD	88
9.21	Resistance to heat	88
9.21.1	General	88
9.21.2	Conditioning	88
9.21.3	External parts of SRCDs	88
9.21.4	External Insulating parts	89
9.22	Resistance to abnormal heat and to fire – Glow-wire test	89
9.23	SRCDs with overcurrent protection	90

9.23.1	Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions	90
9.23.2	Short-circuit tests for SRCDs according to 4.9 c) 2)	91
9.23.3	Condition of the SRCD after tests	92
9.24	Verification of ageing of electronic components	92
9.25	Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltage conditions	93
9.26	Verification of the limiting value of FE/PE standing current	94
9.26.1	Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is connected	94
9.26.2	Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is not connected	94
Annex A (normative)	Test sequence and number of samples to be submitted for certification purposes	119
Annex B (normative)	Determination of clearances and creepage distances	124
Annex C (informative)	Approximate relationship between cross-sectional area in mm ² and AWG sizes	126
Annex D (normative)	Routine tests	127
Annex E (informative)	Methods of determination of short-circuit power-factor	128
Bibliography		130
Figure 1	– Standard test finger	95
Figure 2	– General test circuit	96
Figure 3	– Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage	97
Figure 4	– Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage	98
Figure 5	– Pillar terminals	99
Figure 6	– Screw terminals and stud terminals	100
Figure 7	– Saddle terminals	101
Figure 8	– Mantle terminals	101
Figure 9	– Arrangement for checking damage to conductors	102
Figure 10	– Information for deflection test	103
Figure 11	– Example of a test circuit with current and voltage derived from separate sources	104
Figure 12	– Test cycle for low temperature test	104
Figure 13	– Measurement of the standing FE/PE current	105
Figure 14	– Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents	106
Figure 15	– Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current	107
Figure 16	– Damped oscillator current wave 0,5 µs/100 kHz	108
Figure 17	– Example of test circuit for the verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs	108
Figure 18	– Test circuit for the verification of the rated making and breaking capacity and of the coordination	109
Figure 19	– Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the SRCD (9.15.2.1 a))	110

Figure 20 – Gauge for checking non-accessibility of live parts	111
Figure 21 – Impact-test apparatus	112
Figure 22 – Details of the striking element	113
Figure 23 – Mounting support for specimens.....	114
Figure 24 – Mounting block for flush-type SRCDs	114
Figure 25 – Reliability test cycle	115
Figure 26 – Ball-pressure test apparatus	116
Figure 27 – Sketches and table showing the application of the blows.....	117
Figure 28 – Diagrammatic representation of 9.22	118
Figure 29 – Test circuit for the verification of TOV withstand (9.25)	118
Figures B.1 to B.10 – Illustrations of the application of creepage distances	125
 Table 1 – Standard values of maximum break time of SRCDs for a.c. residual current.....	27
Table 2 – Standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current.....	28
Table 3 – Ranges of overcurrent instantaneous tripping.....	28
Table 4 – Position of marking.....	29
Table 5 – Values of influencing quantities	31
Table 6 – Minimum clearances and creepage distances.....	33
Table 7 – Tripping current limits.....	35
Table 8 – Temperature-rise values.....	37
Table 9 – Time-(over)load operating characteristics.....	38
Table 10 – Instantaneous operating characteristics.....	38
Table 11 – Withstand values and duration of temporary overvoltages	41
Table 12 – Test copper conductors corresponding to the rated currents.....	42
Table 13 – List of type tests	43
Table 14 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions	46
Table 15 – Screw thread diameters and applied torques	47
Table 16 – Relationship between rated current and connectable nominal cross-sectional areas of copper conductors.....	48
Table 17 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors	50
Table 18 – Values for pull test for screw-type terminals	50
Table 19 – Composition of conductors	51
Table 20 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	52
Table 21 – Relationship between rated current and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals.....	54
Table 22 – Value for pull test for screwless-type terminals.....	56
Table 23 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors	56
Table 24 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use for screwless terminals.....	57
Table 25 – Nominal cross-sectional areas of rigid copper conductors for deflection test of screwless terminals	59
Table 26 – Deflection test forces.....	59
Table 27 – Tripping current ranges for SRCDs in case of pulsating d.c. current	63

Table 28 – Tests to be applied for EMC	69
Table 29 – Tests to verify the behaviour of SRCDs under overcurrent conditions	70
Table 30 – Power factor ranges of the test circuit	72
Table 31 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage between poles	77
Table 32 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage with the metal support	78
Table 33 – Cross-sectional area for test conductors.....	79
Table 34 – Height of fall for impact tests	82
Table 35 – Torque test values for glands	84
Table A.1 – Test sequences.....	120
Table A.2 – Number of samples for full test procedure	122
Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure	123

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RESIDUAL CURRENT DEVICES WITH OR WITHOUT OVERCURRENT
PROTECTION FOR SOCKET-OUTLETS FOR
HOUSEHOLD AND SIMILAR USES**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62640 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2011-01) [documents 23E/706/FDIS and 23E/713/RVD] and its amendment 1 (2015-05) [documents 23E/866/CDV and 23E/901/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

In this Redline version, a vertical line in the margin shows where the technical content is modified by amendment 1. Additions and deletions are displayed in red, with deletions being struck through. A separate Final version with all changes accepted is available in this publication.

International Standard IEC 62640 has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper: in roman type.
- *Test specifications: in italic type.*
- Explanatory matter: in smaller roman type.

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

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

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

INTRODUCTION

IEC series 61008 and IEC 61009 are applicable to residual current devices having one to four poles used in any part of an electrical installation. These devices may be installed either at the origin of a whole installation or upstream of one or several circuits of a fixed installation or upstream of a circuit powering one or more socket-outlets, or be integrated in the same enclosure as a socket-outlet.

Such residual current devices are able to provide fault protection (protection against indirect contact), additional protection (protection against direct contact) if the rated residual current is equal to or less than 30 mA and protection against fire hazard due to a persistent earth leakage current without the operation of the overcurrent protection. Equipment meeting the requirements of the series IEC 61008 or IEC 61009 ensure isolation, withstand high levels of electromagnetic disturbances for household and similar applications and allow safe use of an electrical installation.

Although the series IEC 61008 and IEC 61009 may be applicable to “residual current devices integrated in socket-outlets” it is acknowledged that due to the specific use and location of a socket-outlet, at the boundary of the fixed installation and immediately upstream of electrical equipment powered through a plug inserted into the socket-outlet, these devices require different features.

The residual current device at socket-outlet level is normally intended to be installed by skilled or instructed persons. It can be operated several times per day. The isolation function is not necessary since pulling out the plug from the socket-outlet is recognized as providing effective isolation. The absence of permanently connected long conductors downstream of the RCD, together with a limited number of powered appliances, justifies reduced EMC levels. Residual current devices covered by this standard are intended for additional protection in case of direct contact only. These particular features having been considered, it was recognized that a dedicated standard for socket-outlet residual current devices (SRCDs) was necessary.

RESIDUAL CURRENT DEVICES WITH OR WITHOUT OVERCURRENT PROTECTION FOR SOCKET-OUTLETS FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES

1 Scope

This International Standard applies to residual current-operated devices (RCD) incorporated in, or specifically intended for use with two pole socket-outlets, with or without earthing contact for household and similar uses (SRCD: socket-outlet residual current devices). SRCDs, according to this standard, are intended to be used in single phase systems such as phase to neutral or phase to phase or phase to earthed middle conductor.

SRCDs are only intended to provide additional protection downstream of the SRCD. SRCDs are intended for use in circuits where the fault protection (indirect contact protection) is already assured upstream of the SRCD.

NOTE 1 For example, fault protection (indirect contact protection) can be covered as follows:

- in TT systems, by upstream RCBOs or RCCBs according to IEC 61008-1 and IEC 61009-1;
- in a TN system, an overcurrent protective device can be used upstream.

NOTE 2 In the United States, there is no requirement for providing indirect contact protection upstream of an SRCD.

NOTE 3 In Switzerland these devices are not allowed for protective measures according to the national installation rules.

SRCDs are neither intended to provide an isolation function nor intended to be used in IT systems.

NOTE 4 For SRCDs intended to provide isolation or fault protection, or to be used in IT systems, IEC 61008-1 or IEC 61009-1 should be used, as applicable, in conjunction with IEC 60884-1.

NOTE 5 Requirements and testing for SRCDs intended to be used in IT systems are under consideration.

SRCDs are not used in distribution boards. They are not intended for the protection of a complete distribution circuit or a complete final circuit. These products are intended to be installed

- in boxes in compliance with IEC 60670-1,
- or in cable trunking systems in compliance with the IEC 61084 series,
- or in power track systems in compliance with the IEC 61534 series,
- or in boxes according to one of the above standards adjacent to socket-outlet boxes.

They are not intended to be used in enclosures or distribution boards in conformity with IEC 60670-24, IEC 61439-1 or IEC 60439-3.

RCDs for household and similar use not covered by the scope of this standard are covered by IEC 61008-1 or IEC 61009-1. SRCDs energized from batteries, or a circuit other than the one powering the loads, are not covered by this standard.

The residual current device incorporates the functions of detection of the residual current, of comparison of the value of this current with the residual operating value and of opening the protected circuit when the residual current exceeds this value.

The maximum rated residual operating current is 30 mA.

The maximum rated current is 16 A for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. or 20 A for devices with a rated voltage not exceeding 130 V a.c.

NOTE 6 In Australia and New Zealand, the maximum rated current for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. is 20 A.

NOTE 7 In Korea, the maximum rated current for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. is 32 A.

This International Standard applies to SRCDs incorporating overload or overcurrent protection.

This standard also applies to a connection unit incorporating a residual current device intended to protect only one piece of fixed electrical equipment immediately adjacent to the connection unit (e.g. hand dryer, water cooler, etc).

NOTE 8 SRCDs are designed to be operated by uninstructed persons and not to require maintenance.

The requirements of this standard apply for normal conditions of temperature and environment. Additional requirements may be necessary for devices used in locations having more severe environmental conditions.

The socket-outlet part of an SRCD is covered by IEC 60884-1 or the national requirements of the country where the SRCD is placed on the market.

2 Normative references

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

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

Amendment 1 (2005)

Amendment 2 (2010)

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

IEC 60068-3-4:2001, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

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

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60670-1:2002, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*

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

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

IEC 60884-1:2002, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

NOTE In the United Kingdom, IEC 60884-1 is not indispensable and is not applicable to SRCDs or plug and socket systems.

IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – 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 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61084-1:1991, *Cable trunking and ducting systems for electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 61534-1:2003, *Powertrack systems – Part 1: General requirements*

IEC 61543:1995, *Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – Electromagnetic compatibility*

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2005)

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in various parts of IEC 60050, as well as the following, apply.

3.1 Definitions relating to currents flowing from live parts to earth

3.1.1

earth fault current

current flowing to earth due to an insulation fault

3.1.2

earth leakage current

current flowing from the live parts of the installation to earth in the absence of an insulation fault

3.1.3

pulsating direct current

current of pulsating wave form which assumes, in each period of the rated power frequency, the value 0 or a value not exceeding 0,006 A d.c. during one single interval of time, expressed in angular measure, of at least 150°

3.1.4

current delay angle

α

time, expressed in angular measure, by which the starting instant of the current conduction is delayed by phase control

3.1.5

smooth direct current

direct current which is ripple free

NOTE A current is considered to be ripple free when the coefficient of ripple is below 10 %.

3.2 Definitions relating to the energization of a residual current device

3.2.1

residual current

I_{Δ}

vector sum of the instantaneous values of the current flowing in the main circuit of the RCD expressed as r.m.s. value

3.2.2

residual operating current

$I_{\Delta n}$

value of residual current which causes the residual current device to operate under specified conditions

3.2.3

residual non-operating current

$I_{\Delta no}$

value of residual current at which and below which the residual current device does not operate under specified conditions

3.3 Definitions relating to the operation and functions of the residual current device

3.3.1

residual current device

RCD

mechanical switching device or association of devices designed to make, carry and break currents under normal service conditions and to cause the opening of the contacts when the residual current attains a given value under specified conditions

3.3.2

detection

function consisting in sensing the presence of a residual current

3.3.3

evaluation

function consisting in giving to the RCD the possibility to operate when the detected residual current exceeds a specified reference value

3.3.4

interruption

function consisting in automatically bringing the main contacts of the RCD from the closed position into the open position, thereby interrupting the current(s) flowing through them

3.3.5

switching device

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

[IEC 60050-442:1998, 442-01-46]

3.3.6

trip-free mechanism of a RCD

moving contacts of which return to and remain in the open position when the opening operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained

NOTE To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

[IEC 60050-441:2000, 441-16-31, modified)

3.3.7

SRCD without integral overcurrent protection

SRCD not designed to perform the functions of protection against overloads and/or short-circuits

3.3.8

SRCD with integral overcurrent protection

SRCD designed to perform the functions of protection against overloads and/or short-circuits

3.3.9

residual current unit

device performing simultaneously the functions of detection of the residual current and of comparison of the value of this current with the residual operating value, and incorporating the means of operating the tripping mechanism of a circuit-breaker with which it is designed to be assembled

3.3.10

break time of a RCD

time which elapses between the instant the residual operating current is attained and the instant of arc extinction in all poles

3.3.11

limiting non-actuating time

maximum time during which the residual operating current can be applied to the RCD without causing it to operate

3.3.12

time-delay RCD

RCD specially designed to attain a predetermined value of limiting non-actuating time, corresponding to a given value of residual current

3.3.13

test device

device incorporated in the RCD simulating the residual current conditions for the operation of the SRCD under specified conditions

3.3.14

functional earth

FE

wire or terminal intended to be connected to the PE so as to ensure a supply to the SRCD when the SRCD is supplied from just one phase and thereby to enable the SRCD to operate under this condition

3.3.15

limiting impedance value

R_e

maximum impedance value from the FE to the supply source for which protection is ensured when the SRCD is supplied just from any one phase and FE

3.3.16

loss of supply

loss of one or more active conductors

3.3.17

fuse

switching device that, by the melting of one or more of its specially designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when it exceeds a given value for a sufficient time

NOTE The fuse comprises all the parts that form the complete device.

[IEC 60050-441:2000, 441-18-01, modified]

3.3.18

pole

that part of an SRCD associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit, provided with contacts intended to connect and disconnect the main circuit itself, and excluding those portions which provide a means for mounting and operating the poles together

3.4 Definitions relating to values and ranges of energizing quantities

3.4.1

limiting value of the non-operating over-current in the case of a single-phase load

maximum value of a single-phase overcurrent which, in the absence of a residual current, can flow through an SRCD (whatever the number of poles) without causing it to operate

NOTE 1 In the case of overcurrent in the main circuit, unwanted tripping may occur in the absence of residual current, due to asymmetry existing in the detecting device itself.

NOTE 2 In the case of SRCD with integral overcurrent protection, the limiting value of the non-operating current may be determined by the overcurrent protection means.

3.4.2

residual short-circuit withstand current

maximum value of the residual current for which the operation of the RCD part is assured under specified conditions and above which that device may undergo irreversible alterations

3.4.3

limiting thermal value of the short-time current

highest value of current (r.m.s.) which the device is capable of carrying for a specified short period and under specified conditions without undergoing, by heating effect, permanent deterioration of its characteristics

3.4.4

prospective current

current that would flow in the circuit if each main current path of the SRCD and of the overcurrent protective device, if any, were replaced by a conductor of negligible impedance

NOTE The prospective current may be qualified in the same manner as an actual current, for example: prospective breaking current, prospective peak current, prospective residual current, etc.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-47, modified]

3.4.5

making capacity

value of the a.c. component of a prospective current that an SRCD is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-01-48, modified]

3.4.6

breaking capacity

value of the a.c. component of a prospective current that an SRCD is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-01-49, modified]

3.4.7

residual making and breaking capacity

$I_{\Delta m}$

value of the a.c. component of a residual prospective current which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-27, modified]

3.4.8

conditional short-circuit current

I_{nc}

value of the a.c. component of a prospective current, which an SRCD without integral short-circuit protection, but protected by a suitable short-circuit protective device (hereafter referred to as SCPD) in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-28, modified]

3.4.9

conditional residual short-circuit current

$I_{\Delta c}$

value of the a.c. component of a residual prospective current which the RCD part without integral short-circuit protection, but protected by a suitable SCPD in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-22, modified]

3.4.10

Joule integral

$I^2 t$

integral of the square of the current, over a given time interval (t_0 , t_1):

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

[IEC 60050-441:2000, 441-18-23, modified]

3.4.11

recovery voltage

voltage which appears across the supply terminals of the SRCD after the breaking of the current

NOTE This voltage may be considered as comprising two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which power-frequency voltage alone exists.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-05, modified]

3.4.12

transient recovery voltage

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

NOTE 1 The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and of the SRCD. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

NOTE 2 The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first pole to clear, because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-26, modified]

3.4.13

power-frequency recovery voltage

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[IEC 60050-441:2000, 442-17-27]

3.4.14

overcurrent

current exceeding the rated current

3.4.15

overload current

overcurrent occurring in an electrically undamaged circuit

NOTE An overload current may cause damage if sustained for a sufficient time.

3.4.16

temporary overvoltage

overvoltage at power frequency of relatively long duration

3.4.17

short-circuit current

overcurrent resulting from a fault of negligible impedance between points intended to be at different potentials in normal service

NOTE A short-circuit current may result from a fault or from an incorrect connection.

3.5 Definitions relating to values and ranges of influencing quantities

3.5.1

influencing quantity

quantity likely to modify the specified operation of an SRCD

3.5.2

reference value of an influencing quantity

value of an influencing quantity to which the manufacturer's stated characteristics are referred

3.5.3

reference conditions of influencing quantities

collectively, reference values of all influencing quantities

3.5.4

range of an influencing quantity

range of values of an influencing quantity which permits the SRCD to operate under specified conditions, the other influencing conditions having their reference values

3.5.5

extreme range of an influencing quantity

range of values of an influencing quantity within which the SRCD suffers only spontaneously reversible changes, although not necessarily complying with all the requirements of this standard

3.5.6

ambient air temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the SRCD

NOTE For an enclosed SRCD, it is the air outside the enclosure.

[IEC 60050-441:2000, 441-11-13, modified]

3.6 Definitions relating to conditions of operation

3.6.1

operation

transfer of the moving contact(s) from the open position to the closed position or vice versa

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

3.6.2

closing operation

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

3.6.3

opening operation

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

[IEC 60050-441:2000, 441-16-09, modified]

3.6.4

operating cycle

succession of operations from one position to another and back to the first position

[IEC 60050-441:2000, 441-16-02, modified]

3.6.5

operation sequence

succession of specified operations with specified time intervals

[IEC 60050-441:2000, 441-16-03]

3.6.6

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

NOTE For the purpose of determining a clearance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure is considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by hand or by the standard test finger according to IEC 60529.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-31, modified]

3.6.7

creepage distance

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

NOTE For the purpose of determining a creepage distance to accessible parts, the accessible surface of the insulating enclosure is considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by a hand or a standard test finger according to IEC 60529.

[IEC 60050-471:2007, 471-01-04, modified]

3.7 Definitions relating to tests

3.7.1

type test

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain requirements

[IEC 60050-426:2008, 426-05-01, modified]

3.7.2

routine test

test to which each individual device is subjected during and/or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

[IEC 60050-411:1996, 411-53-02, modified]

3.8 Definitions relating to residual current devices in general

3.8.1

short-circuit protective device**SCPD**

device, specified by the manufacturer, to be installed in the circuit in series with the SRCD in order to protect it against short-circuit currents only

3.8.2

supply terminals

terminals upstream of the RCD part

3.8.3

load terminals

terminals downstream of the RCD part

3.8.4

feed through

means provided on the SRCD for the connection of one or more additional socket-outlets, protected by the RCD part

3.8.5

instructed person

person adequately advised or supervised by skilled persons to enable him or her to avoid dangers and prevent risks which electricity may create.

3.8.6

connection unit

device associated with the fixed wiring of an installation to which a single piece of equipment can be directly connected

4 Classification

The SRCDs are classified in the following ways:

NOTE 1 The correct use of SRCDs corresponding to the classifications of this clause is subject to installation rules (e.g. according to the IEC 60364 series).

NOTE 2 SRCDs may be fitted with an FE connection which enables the device to operate when supplied from one phase only.

NOTE 3 In the United States, detection of the earthing of the load neutral is required.

4.1 Classification according to behaviour resulting from failure of the line voltage

4.1.1 SRCD not opening automatically in case of failure of the line voltage

NOTE In Germany, the classification of 4.1.1 is different.

4.1.2 SRCD opening automatically in case of failure of the line voltage

- a) not re-closing automatically when the line voltage is restored;
- b) re-closing automatically when the line voltage is restored.

4.2 Classification according to the design

4.2.1 SRCD consisting of an RCD incorporated in (a) fixed socket-outlet(s)

- a) SRCDs without feed through;
- b) SRCDs with feed through.

4.2.2 SRCD consisting of an RCD intended to be associated with fixed socket-outlets within the same mounting box or within two adjacent compatible boxes

NOTE 1 Adjacent means two boxes which are next to or contiguous with each other.

- a) SRCDs with dedicated means for the connection of the socket-outlet (e.g. flying leads);

NOTE 2 In Denmark and in the United Kingdom, SRCDs with flying leads are not accepted in fixed installations.

- b) SRCDs with load terminals.

4.2.3 SRCD consisting of an RCD incorporated in a connection unit intended to protect only one piece of fixed electrical equipment (e.g. hand dryer, water cooler, etc.) immediately adjacent to the SRCD

4.3 Classification according to behaviour in presence of d.c. components

- a) SRCDs of type AC;
- b) SRCDs of type A.

4.4 Classification according to the provision for earthing

- a) SRCD with provision for earthing (PE terminal)
- b) SRCD without provision for earthing

An SRCD without provision for earthing cannot provide any FE terminal.

NOTE In the United Kingdom and in Germany, SRCDs without provision for earthing are forbidden.

4.5 Classification according to the design of the cover plate

- a) Design A – SRCDs where the cover or cover-plate can be removed without displacement of the conductors;
- b) Design B – fixed SRCDs where the cover or cover-plate cannot be removed without displacement of the conductors.

NOTE If a fixed SRCD has a base (main part) which cannot be separated from the cover or cover-plate, and requires a supplementary plate to meet this standard which can be removed for redecorating the wall without displacement of the conductors, it is considered to be of design A, provided the supplementary plate meets the requirements specified for covers and cover-plates.

4.6 Classification according to the method of mounting

- a) surface type SRCD;
- b) flush-type SRCD;
- c) semi-flush type SRCD;
- d) panel-type SRCD (switch-board and distribution board excluded);

- e) floor recessed-type SRCD.

4.7 Classification according to the environmental conditions

4.7.1 Classification according to the degree of protection against ingress of solid foreign objects

- a) IP2X: SRCD protected against access to hazardous parts with a finger and against harmful effects due to ingress of solid foreign objects of 12,5 mm diameter and greater;
- b) IP4X: SRCD protected against access to hazardous parts with a wire and against harmful effects due to ingress of solid foreign objects of 1,0 mm diameter and greater;
- c) IP5X: SRCD protected against access to hazardous parts with a wire and dust protected.

4.7.2 Classification according to the degree of protection against harmful ingress of water

- a) ordinary SRCDs, i.e. with degree of protection IPX0 or IPX1, when mounted on a vertical surface for normal use;

NOTE For the purpose of this standard, the term "ordinary" applies only to the degree of protection against harmful ingress of water.

- b) IPX4: SRCDs protected against splashing water;
- c) IPX5: SRCDs protected against water jets.

4.7.3 Classification according to the range of ambient air temperature

- a) SRCDs intended for use between -5°C and $+40^{\circ}\text{C}$;
- b) SRCDs intended for use between -25°C and $+40^{\circ}\text{C}$.

4.8 Classification according to the type of terminals

- a) SRCDs with screw type terminals;
- b) SRCDs with screwless terminals for rigid conductors only;
- c) SRCDs with screwless terminals for rigid and flexible conductors.

4.9 Classification according to overcurrent protection

- a) SRCD without integral overcurrent protection;
- b) SRCD with overcurrent protection independent of the RCD opening means (e.g. a fused device or a fused plug and socket system);
- c) SRCD with overcurrent protection integral with the RCD opening means:
 - 1) two-pole SRCD with one or two overload protected pole(s);
 - 2) two-pole SRCD with one or two overcurrent protected pole(s):
 - B-type SRCD;
 - C-type SRCD.

5 Characteristics of SRCDs

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of an SRCD shall be stated in the following terms, as applicable:

- a) type of design and method of mounting (4.5 and 4.6);
- b) rated current I_n (5.2.1);
- c) operating characteristics in case of residual currents with d.c. components (5.2.7);
- d) rated residual operating current $I_{\Delta n}$ (5.2.2);
- e) rated residual non-operating current $I_{\Delta no}$ if different from the preferred value (5.2.3);

- f) rated voltage U_n (5.2.4);
- g) rated frequency (5.2.5);
- h) rated making and breaking capacity I_m (5.3.1.4);
- i) rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$ (5.2.6);
- j) overcurrent protection:
 - 1) Classified according 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1):
 - i) rated conditional short-circuit current I_{nc} (5.3.1.2);
 - ii) rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ (5.3.1.3);
 - iii) overload characteristic 4.9 c) 1).
 - 2) Classified according to 4.9 c) 2):
 - i) rated short-circuit capacity I_{cn} (5.3.2);
 - ii) instantaneous tripping type B or C.

5.2 Characteristics common to all socket-outlet residual current devices

5.2.1 Rated current (I_n)

The value of current assigned to the SRCD by the manufacturer, which the device can carry in uninterrupted duty.

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

The value of residual operating current (3.2.2), assigned to the SRCD by the manufacturer, at which the device shall operate under specified conditions.

NOTE $I_{\Delta n}$ is expressed by the r.m.s. value of the alternating current at rated frequency.

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

Maximum value of residual non-operating current (3.2.3), assigned to the SRCD by the manufacturer, at which the device does not operate under specified conditions.

5.2.4 Rated voltage (U_n)

The r.m.s. value of voltage, assigned to the SRCD by the manufacturer, to which the performance of the device is referred (particularly the short-circuit performance).

5.2.5 Rated frequency

Value of frequency assigned to the SRCD by the manufacturer at which the device operates correctly under specified conditions.

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

The r.m.s. value of residual prospective current (3.4.7 and 3.4.9) which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.2.7 Operating characteristics in case of residual current

5.2.7.1 SRCD type AC

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

5.2.7.2 SRCD type A

SRCD for which tripping is ensured for

- residual sinusoidal alternating currents,
- residual pulsating direct currents,
- 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.

5.3 Characteristics specific to SRCDs with overcurrent protection (see 4.9)

5.3.1 SRCDs classified according to 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1)

5.3.1.1 Coordination with short-circuit protective devices

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

The manufacturer of the SRCD shall specify the following characteristics of the short-circuit protective device:

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

Any short-circuit protective device, complying with the relevant IEC standard and having the above characteristic values lower than those specified by the manufacturer of the SRCD, may be used for protection of the device, provided the short-circuit protective device does not interfere with normal service.

NOTE In the United Kingdom, the short-circuit protective device must comply with BS 1362

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

The r.m.s. value of the prospective current assigned by the manufacturer, which an SRCD, protected by a short-circuit protective device, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

NOTE For the rated conditional short-circuit current assigned to an SRCD coordinated with a given short-circuit protective device, it is intended that such an association is able to withstand any short-circuit current up to the assigned value.

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

Value of residual prospective current assigned by the manufacturer, which an SRCD, protected by a short-circuit protective device, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

NOTE For the rated conditional residual short-circuit current assigned to an SRCD in coordination with a given short-circuit protective device, it is assumed that such an association is able to withstand any residual short-circuit current up to the assigned value.

5.3.1.4 Rated making and breaking capacity (I_m)

The r.m.s. value of prospective current (3.4.4) which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.3.2 Rated short-circuit capacity (I_{cn}) for SRCD classified according to 4.9 c) 2)

The rated short-circuit capacity of an SRCD is the value of the ultimate short-circuit breaking capacity assigned to the SRCD by the manufacturer.

5.4 Preferred or standard values**5.4.1 Preferred values of rated voltage (U_n)**

The preferred values of rated voltage according to IEC 60038 are as follows:

110 V – 120 V – 230 V.

5.4.2 Standard values of rated current (I_n)

The standard values of rated current for rated voltages up to 130 V are as follows:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A.

The standard values of rated current for rated voltages up to 250 V are:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A.

NOTE 1 In Korea, 32 A is also considered as a standard value.

NOTE 2 In Australia, New Zealand and the United States, 15 A is also considered as a standard value.

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

The standard values of rated residual operating current are as follows:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A.

NOTE In Korea and Japan, 0,015 A is also considered as a standard value.

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

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

NOTE The value of $0,5 I_{\Delta n}$ refers to alternating residual currents of power frequency only.

5.4.5 Standard values of rated frequency

The standard values of rated frequency are as follows:

50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz.

5.4.6 Standard values of the rated making and breaking capacity (I_m)

The standard value of the rated making and breaking capacity is as follows:

250 A.

The power factor associated with this value is given in Table 30.

The value of I_m shall be equal to or greater than the value of $I_{\Delta m}$.

5.4.7 Standard values of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The standard value of the rated residual making and breaking capacity is as follows:

250 A.

The power factor associated with this value is given in Table 30.

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

The standard values of the rated conditional short-circuit current I_{nc} are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

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

The standard values of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

5.4.10 Standard values of the rated short-circuit capacity (I_{cn})

The standard values of the rated short-circuit capacity I_{cn} are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

5.4.11 Standard values of break time**5.4.11.1 Standard values of maximum break time for a.c. residual current**

Table 1 – Standard values of maximum break time of SRCDs for a.c. residual current

$I_{\Delta n}$ A	Standard values of maximum break time at			
	s			
	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}^a$	250 A
Any value	0,3	0,15	0,04	0,04
^a 0,25 A may be used as an alternative to $5 I_{\Delta n}$. (The revision of this value is under consideration.)				

NOTE In the United States, where the tripping times are specifically related to current, the following formulas apply $T = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43}$ for high-resistance faults and $T = 1,25 \left(\frac{10}{V}\right)^{1,43}$ for low resistance faults.

5.4.11.2 Standard values of maximum break time for pulsating d.c.

Table 2 – Standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current

$I_{\Delta n}$ A	Standard values of maximum break time at						
	s						
	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}^a$	$10 I_{\Delta n}^b$	175 A
$\leq 0,010$		0,3		0,15		0,04	0,04
$> 0,010$	0,3		0,15		0,04		0,04
NOTE Alternative standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current, for use in bi-phase systems with 120 V middle point, are under consideration.							
^a For SRCD with $I_{\Delta n} = 0,030$ A, the value 0,35 A may be used instead of $7 I_{\Delta n}$.							
^b For SRCD with $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A, the value 0,5 A may be used instead of $10 I_{\Delta n}$.							

5.5 Standard ranges of overcurrent instantaneous tripping for SRCDs to 4.9 c) 2)

The standard ranges of overcurrent instantaneous tripping are given in Table 3.

Table 3 – Ranges of overcurrent instantaneous tripping

Type	Range
B	Above $3 I_n$ up to and including $5 I_n$
C	Above $5 I_n$ up to and including $10 I_n$

6 Marking and other product information

6.1 General

The following information, as shown in Table 4, shall be provided.

Table 4 – Position of marking

	Marking or information item	Position of the marking or information		
		Visible on product when installed	On the product	In a leaflet
A	Manufacturer's name or trade mark		X	
B	Type designation or serial number		X	
C	Rated voltage(s)		X	
D	Rated frequency(s) (if different from 50 Hz or 60 Hz)		X	
E1	Rated current for SRCDs according to 4.9 a) and b)		X ^a	
E2	Rated current for SRCDs according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)	X ^b		
F1	Symbol  for type A		X	
F2	Symbol  for type AC		X	
G	Rated residual operating current (in A or mA)	X		
H	Rated residual non-operating current if different from the preferred value			X
I	Rated short-circuit breaking and making capacity (as applicable)			X
J	Rated conditional short-circuit current, if applicable, and in this case, characteristics for the associated short-circuit protective device, according to 5.3.1			X
K	Degree of protection (if different from IP20)	X		
L	Position for use, if applicable			X
M	Range of operating temperature, if classified according to 4.7.3 b) 		X	
N	Identification of the test device by the letter "T" or the word "Test"	X		
O	Means shall be provided to distinguish between the open and closed states of the device. For SRCDs other than those operated by means of push-buttons, the open position shall be indicated by the symbol "O" and the closed position by the symbol "I" (a short straight line). Additional national symbols are allowed for this indication. Provisionally, the use of national symbols as the only indication of the positions is allowed. These indications shall be readily visible when the SRCD is in normal use. For SRCDs operated by means of two push-buttons, the push-button intended for the opening operation only shall be RED and/or be marked with the symbol "O". In this case, the separate test button shall not be red but shall be marked with the letter "T" or the word "Test". If the test button is the only means for the opening operation, it remains marked "T" or "Test", in which case the colour red may be used. RED shall not be used for any other push-button of the SRCD. If a push-button is used for closing the contact and is clearly identified as such, its depressed position is sufficient to indicate the closed position	X		
P	The FE-wire or terminal shall be identified by the marking "FE"		X	X
Q	For devices with load terminals, the supply and the load terminals shall be clearly marked (e.g. by "supply" and "load" placed near the corresponding terminals or by arrows indicating the direction of power flow). For devices with feed-through means, the supply and feed-through means shall be clearly marked (e.g. "supply" and "feed through")		X	
R	Terminals specifically intended for the connection of the neutral shall be indicated by the symbol N		X	
S	Information on the integral overcurrent protective device, if applicable			X
T	Information on coordination with upstream protective device, if applicable			X
U	All relevant information for the correct assembly, if any, installation and use of the product shall be provided			X
V	Rated short-circuit capacity in amperes (I_{cn}) (as applicable)		X	
NOTE 1 In the United States, the information given in items G and K do not need to be visible.				
NOTE 2 In United Kingdom, the information given in item B is not used.				
^a Shall not be visible on the product when installed as in normal use.				
^b For SRCDs according to 4.9 c) 1) the rated current of the overload protection is indicated with the symbol "A", for example 6A, and for SRCDs according to 4.9 c) 2) the rated current is indicated without the symbol "A" and preceded by the symbol of the overcurrent instantaneous tripping (B or C), for example B16.				

6.2 Additional marking for screwless terminals

SRCDs with screwless terminals shall be marked with the following:

- an appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless terminal;
- an indication of the suitability to accept rigid conductors only, for those SRCDs having this restriction.

The additional markings shall be put on the SRCD or on the packaging or given in an instruction sheet which accompanies the SRCD.

6.3 Additional marking for SRCDs with an FE connection

The following additional information for all SRCDs with an FE connection is required in the manufacturer's instructions:

"This device will provide protection in installations where the earth loop impedance does not exceed the R_e value."

The FE wire or terminal shall be identified by the marking "FE".

The following colours are not permitted for the FE wire: green, yellow, blue and green-and-yellow.

The manufacturer's instruction shall state that the FE should be connected directly to the PE, and looping in is not allowed.

Compliance is verified by inspection.

7 Standard conditions for operation in service and for installation

The preferred ranges of application and the reference values of influencing quantities/factors and their associated test tolerances, are given in Table 5.

Table 5 – Values of influencing quantities

Influencing quantity	Preferred ranges of application	Reference value	Test tolerance
Ambient air temperature	–5 °C to +40 °C –25 °C to +40 °C (see ^a , ^b et ^e)	–	As permitted by the test
Altitude	Not exceeding 2 000 m	–	–
Relative humidity: maximum value at 40 °C	50 % ^c)	–	–
External magnetic field	Not exceeding five times the earth's magnetic field in any direction	Earth's magnetic field	^d
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 frequency as stated by the manufacturer	±2 %
Sinusoidal wave distortion	Not exceeding 5 %	Zero	5 %
Pollution degree	2	-	-
^a The maximum value of the mean daily temperature is +35 °C or in accordance to the national standards for the socket-outlet part where the product is placed on the market. ^b Values outside the ranges may be required where more severe climatic conditions prevail. ^c Higher relative humidities are admitted at lower temperature (e.g. 90 % at 20 °C). ^d The device shall be fixed without causing deformation liable to impair its functions. ^e For SRCDs with an operating range –5 °C to +40 °C, the extreme limits of –20 °C and +60 °C are admissible during storage and transportation, for SRCDs with an operating range –25 °C to +40 °C, the extreme limits are –35 °C and +60 °C. These limits shall be taken into account in the design of the SRCDs.			

8 Requirements for construction and operation

8.1 General

SRCDs intended for compliance with this standard shall be in accordance with the scope and the relevant classifications.

Compliance is checked by visual inspection and tests as relevant.

8.2 Information and marking

Marking on the SRCD shall be indelible and easily legible.

Labels intended to provide permanent information shall not be easily removed from the device.

Compliance is checked by visual inspection and by the test of 9.2.

8.3 Mechanical and electrical design

8.3.1 Mechanism

The RCD part of the SRCD shall have 2 poles.

The moving contacts of all poles of RCDs shall be mechanically coupled in such a way that all poles make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

Means shall be provided to distinguish between the open and closed states of the contacts.

The mechanism shall be trip-free and constructed so that the moving contacts can come to rest only in the closed position or in the open position, even when the operating means is manually released in an intermediate position.

When 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.

If symbols are used, they shall be “ I ” and “ O ” to indicate the closed and open positions, respectively.

If colours are used, red shall indicate the closed position and green the open position.

Alternative national symbols may be used with or without the above symbols.

The earthing circuit PE within the SRCD, if any, shall be continuous and shall not be affected by the operation of the SRCD.

Compliance is checked by visual inspection and the tests of 9.3.

8.3.2 Clearance and creepage distances

The minimum required clearances and creepage distances are given in Table 6 which is based on the SRCD being designed for operating in an environment with pollution degree 2.

However, the clearances 1, 2, 3 and 4 may be reduced provided that the tests 9.13.2 are complied with.

NOTE The insulating materials are classified into material groups on the basis of their comparative tracking index (CTI) according to 2.7.1.1 and 2.7.1.3 of IEC 60664-1:2007 and measured according to IEC 60112.

Parts of printed boards with type 2 coating according to IEC 60664-3 are exempt from this verification.

Electronic circuits showing clearances or creepage distances, between active conductors (phase and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit, shorter than what is required in Table 6 when the contacts are in the closed position, have to comply with test of 9.4

Compliance is checked by inspection and/or measurement and by the tests of 9.4 and 9.5 for electronic circuits, as applicable.

Table 6 – Minimum clearances and creepage distances

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{),)} mm											
				Group IIIa ^h (1 75 V ≤ C _d ^{TI} < 400 V)				Group II (400 V ≤ C _d ^{TI} < 600 V)				Group I (600 V ≤ C _d ^{TI}) ^d			
	Rated voltage V			Working voltage V ^{e)}											
Description :	120/240 120	120/240 240	230/400 230	>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250	
1 Between live parts which are separated when the main contacts are in the open position	2,0 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	1,2	1,5	3,0		0,9	1,5	3,0		0,6	1,5	3,0	
2 Between internal live parts of different polarity															
3 Between internal live parts and FE-terminal or FE-wire ^{j)}															
				Supply system rated 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 SRCD – surface on which the SRCD is mounted ^b – crews or other means for fixing the SRCD ^b – metal covers or boxes ^{b)} – other accessible metal parts ^c – metal frames supporting flush-type SRCD	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0			1,5	3,0			1,5	3,0		
5 Between metal parts of the mechanism and: – accessible metal parts ^c – screws or other means for fixing the SRCD – metal frames supporting flush-type SRCD															

^a This value may be reduced to 1,2 mm minimum provided the tests of 9.13.2 are complied with.

^b The values are doubled if clearances and creepage distances between live parts of the device and the metallic screen or the surface on which the SRCD is mounted are not dependent on the design of the SRCD only, so that they can be reduced when the SRCD is mounted in the most unfavourable condition.

^c Including a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible after installation as for normal use. The foil is pushed into corners, grooves, etc., by means of a straight un-jointed test finger.

^d See IEC 60112.

^e Interpolation is allowed in determining creepage distances corresponding to voltage values intermediate to those listed as working voltage. For determination of creepage distances, see Annex B.

^f Creepage distances cannot be less than the associated clearances.

^h For material group IIIb (CTI < 175 V) 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 For the purposes of this requirement, the following applies:

- the FE is treated as a PE,
- the free end of a FE wire is not considered.

8.3.3 Standing current in the FE

When neutral is connected, the value of the standing current in FE shall not exceed 0,5 mA.

When the neutral is not connected, the value of the standing current in the FE shall not exceed 2 mA.

Compliance is checked by the tests of 9.26.

8.3.4 Screws, current-carrying parts and connections

Electrical connections shall not be subject to undue ageing.

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

Screws operated when connecting the SRCD shall not be of the thread-cutting type.

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

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

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

NOTE 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 means of the part to be fixed using a recess in the female thread, or by the use of a screw with the leading thread removed.

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

8.3.4.3 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 not 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.

8.3.4.4 Current-carrying parts including those of terminals (also earthing terminals) shall be of a metal having, under the conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

NOTE Examples of suitable metals, when used within the permissible temperature range and under normal conditions of chemical pollution, are as follows:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts from rolled sheet (in cold condition) or at least 50 % copper for other parts;
- stainless steel containing at least 13 % chromium and not more than 0,09 % carbon;
- other metal or suitably coated metal, not less suitable for their intended use.

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

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

8.3.5 Terminals

8.3.5.1 Terminals for external conductors

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.

Compliance is checked by the test of 9.7.

8.3.5.2 Feed through terminals

Access to the feed through terminals shall only be available by the removal of a barrier.

Compliance is checked by inspection.

8.4 Operating characteristics

The operating characteristic of SRCDs shall take into account the classifications and the requirements of the following subclauses, as applicable.

Compliance of the following subclauses is checked by the tests of 9.8.

8.4.1 Operation in response to the type of residual current

8.4.1.1 Alternating residual current

All SRCDs shall operate in response to a steady increase of alternating residual current of rated frequency within the limits of the non-operating current $I_{\Delta n0}$ and the rated residual operating current $I_{\Delta n}$ in accordance with Table 7.

8.4.1.2 Pulsating d.c. residual current for type A

Type A SRCDs 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 7.

Table 7 – Tripping current limits

Type	Current shape	Tripping current		
		Non-operating current (lower limit)	Operating current (upper limit)	
			$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
AC and A	Sinusoidal alternative current	$0,5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	
A	Pulsating direct current			
	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°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

The tripping limits apply independently of the polarity of the pulsating direct residual current.

8.4.1.3 Pulsating d.c. residual current in the presence of a standing smooth direct current of 0,006 A

Type A SRCDs 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 7, also in the case of simultaneous presence of a smooth direct current of 0,006 A through any path of the SRCD.

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

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

The operation of SRCDs to a suddenly applied residual current shall be in accordance with Tables 1 and 2, as applicable.

8.5 Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring

An SRCD classified according to 4.2.1 b) shall not permit the connection of the supply to the socket-outlet portion and/or the line terminals when a supply circuit is connected directly to the feed through terminals of the SRCD.

Compliance is checked by the tests of 9.9.

NOTE In Australia and New Zealand, 8.5 is not applicable.

8.6 Test device

The SRCD shall be provided with a test device, to simulate the passing through the detecting device of a residual current not exceeding $2,5 I_{\Delta n}$ at rated voltage, in order to allow a periodic testing of the ability of the SRCD to operate.

Compliance is checked by the tests of 9.10.

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

Compliance is checked by inspection.

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

Compliance is checked by inspection.

8.7 Temperature rise

The temperature rises of the parts of an SRCD specified in Table 8, measured under the conditions specified in 9.11, shall not exceed the limiting values stated in that table.

The SRCD shall not suffer damage impairing its functions and its safe use.

Table 8 – Temperature-rise values

Parts ^{a, b}	Temperature rise K
SRCD terminals for external connections	60
External parts liable to be touched in normal service	40
Other external parts, including that face of the SRCD in direct contact with the mounting surface	60
^a No value is specified for the contacts, since the design of most SRCDS 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 9.11 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.	

Compliance is checked by the tests of 9.11.

8.8 Resistance to humidity

SRCDs shall have adequate mechanical properties to withstand humid conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.12.

8.9 Dielectric properties

SRCDs shall have adequate dielectric properties.

Compliance is checked by the tests of 9.13.

8.10 EMC compliance and unwanted tripping

8.10.1 EMC

SRCDs shall comply with relevant EMC requirements.

Compliance is checked by the tests of 9.14.1.

8.10.2 Resistance against unwanted tripping due to current surges caused by impulse voltages for SRCDS of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A

SRCDs shall adequately withstand the current surges to earth due to the loading of capacitances in the load.

NOTE Such current surges may be attributable to load capacitance, surge protective devices (SPD) or flashover.

Compliance is checked by the tests of 9.14.2.

8.11 Behaviour of SRCDS in case of overcurrent conditions

8.11.1 For all SRCDS

SRCDs shall have adequate capability in cases of overload or short-circuit conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.15 as applicable.

8.11.2 Behaviour of SRCDs classified according to 4.9 c) in case of overcurrent conditions

The operating characteristic of SRCDs, under overload and overcurrent conditions, shall comply with the requirements of 8.11.3 and 8.11.3.1.

8.11.3 Standard time-(over)current zone for SRCD according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)

The tripping characteristic of SRCDs to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2) shall ensure adequate protection against overload and overcurrent, without premature operation.

The zone of the time-current characteristic (tripping characteristic) of an SRCD is defined by the conditions and the values stated in Tables 9 and 10.

Table 9 applies to all SRCDs according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2).

Table 10 applies in addition to Table 9 only for SRCDs according to 4.9 c) 2).

Table 9 refers to an SRCD mounted in accordance with the reference conditions (see 9.1) operating at the reference calibration temperature of 30 °C, with a tolerance of $^{+5}_0$ °C (see note of Table 9).

Compliance is checked by the tests specified in 9.23.1.

Checking is made at any convenient temperature, the results being referred to 30 °C through the information given by the manufacturer.

In any case the variation of the test current of Table 9 shall not exceed 1,2 % per K of calibration temperature variation.

Table 9 – Time-(over)load operating characteristics

Test	Type	Test current	Initial condition	Limits of tripping or non-tripping time	Results to be obtained	Remarks
a	All	$1,13 I_n$	Cold ^a	$t \leq 1 \text{ h}$	No tripping	
b	All	$1,45 I_n$	Immediately following test ^a	$t < 1 \text{ h}$	Tripping	Current steadily increased within 5 s
c	All	$2,55 I_n$	Cold ^a	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$	Tripping	
^a The term "cold" means without previous loading, at the reference calibration temperature.						

Table 10 – Instantaneous operating characteristics

Test	Type	Test current	Initial condition	Limits of tripping or non-tripping time	Results to be obtained	Remarks
d	B, C	$3 I_n$ $5 I_n$	Cold ^a	$t \leq 0,1 \text{ s}$	No tripping	Current established by closing a switch
e	B, C	$5 I_n$ $10 I_n$	Cold ^a	$t < 0,1 \text{ s}$	Tripping	Current established by closing a switch
^a The term "cold" means without previous loading, at any convenient air temperature.						

8.11.3.1 Conventional quantities

a) Conventional time:

The conventional time is 1 h.

b) Conventional non-tripping overcurrent (I_{nt}):

The conventional non-tripping overcurrent of an SRCD is 1,13 times its rated current.

c) Conventional tripping overcurrent (I_t):

The conventional tripping overcurrent of an SRCD is 1,45 times its rated current.

8.11.3.2 Tripping characteristic

The overload and instantaneous tripping characteristics of SRCDs shall be contained within the zone defined in 8.11.3.

8.11.3.3 Effect of the ambient air temperature on the overcurrent tripping characteristic

Ambient temperatures other than the reference temperature, within the limits of -5 °C and $+40\text{ °C}$, shall not unacceptably affect the overcurrent tripping characteristic of SRCDs.

Compliance is checked by the tests of 9.23.1.3.

8.12 Resistance of the insulation against impulse voltages

The insulation of an SRCD shall have adequate resistance to impulse voltages.

Compliance is checked by the tests of 9.16.

8.13 Mechanical and electrical endurance

SRCDs shall be capable of carrying out a specified number of closing and opening operations and making and breaking operations.

Compliance is checked by the tests of 9.17.

8.14 Resistance to mechanical shock

SRCDs shall be able to withstand the normal stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the tests of 9.18.

8.15 Reliability

SRCDs shall provide protection throughout their intended service life, taking into account the ageing in likely working conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.19 and 9.24.

8.16 Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD

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

8.16.1 Inaccessibility of live parts

SRCDs shall be designed and constructed in such a way that when they are mounted and wired according to the manufacturer's instructions, live parts are not accessible, even after removal of parts which can be removed without the use of a tool.

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

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.20.1.

8.16.2 Accessible knobs, operating means etc.

Accessible parts, knobs, operating means, push-buttons, rockers and the like, shall be of insulating material, unless their accessible metal parts are separated from the metal parts of the mechanism by double insulation or reinforced insulation, or as an alternative, they are reliably connected to earth.

Compliance is checked by inspection.

8.16.3 Accessible parts of SRCDs

Accessible parts shall be made of insulating material with the exception of the following:

- a) small screws and the like which are isolated from live parts and which are used for fixing bases and covers or cover plates;
- b) actuating members complying with 8.16.2;
- c) the covers or cover plates of metal which comply with the requirements of 8.16.3.1 or 8.16.3.2;
- d) socket tubes intended to be connected to the PE and parts of the earthing circuit.

8.16.3.1 Covers or cover plates of metal not intended to be earthed shall be protected by additional insulation made by insulating linings or insulating barriers

The insulating linings or insulating barriers shall:

- a) either be fixed to covers or cover plates or the body of the switches in such a way that they cannot be removed without being permanently damaged;
- b) or are so designed that
 - i) they cannot be replaced in an incorrect position;
 - ii) if they are omitted, the accessories are rendered inoperable or manifestly incomplete;
 - iii) there is no risk of accidental contact between live parts and metal covers or cover plates, for example through their fixing screws, even if a conductor should come away from its terminal;
 - iv) precautions are taken in order to prevent creepage distances or clearances to become less than the values specified in Clause 23 of IEC 60884-1:2002.

Compliance is checked by inspection.

The above linings or barrier shall comply with the tests of Clauses 16 and 23 of IEC 60884-1:2002.

8.16.3.2 The earthing of metal covers or cover plates

The earthing of metal covers or cover plates is made while fixing the covers or cover plates and may be made without requiring the use of means other than the fixing means; the resulting connection shall be of low resistance.

NOTE Fixing screws or other means are allowed.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.20.1.

8.16.4 Degree of protection IP of the SRCD

The minimum degree of protection of the SRCD shall be IP20.

Compliance of the SRCD with degree of protection greater than IP 20 is checked by the tests of 9.20.2.

8.17 Resistance to heat

SRCDs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the tests of 9.21.

8.18 Resistance to abnormal heat and to fire

External parts of SRCDs 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 checked by the other tests of this standard.

Compliance is checked by the tests of 9.22.

8.19 Behaviour of SRCDs within ambient temperature range

SRCDs shall operate correctly between -5 °C and $+40\text{ °C}$.

SRCDs according to 4.7.3 b) shall operate correctly between -25 °C and $+40\text{ °C}$.

Compliance is checked by the tests of 9.8.5.

8.20 Resistance to temporary overvoltages

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

Values of alternating withstanding overvoltage levels and duration are given in Table 11.

Table 11 – Withstand values and duration of temporary overvoltages

Temporary overvoltages		
Occurrence	Voltage level	Duration
Between earth and all poles, including neutral, if any ^a	$1\,200\text{ V} + U_n$	5 s
Between earth and all poles, including neutral, if any ^a	$250\text{ V} + U_n$	1 h
Between the two poles	$\sqrt{3} \times U_n$	1 h
^a Only for SRCD with PE or FE terminal.		

Compliance of the above requirement is checked by the test of 9.25.

9 Tests

9.1 General

9.1.1 Test conditions

The SRCD is mounted individually according to manufacturer's instructions as for normal use (including the FE, if applicable, connected to PE via R_e), in free air, at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C, unless otherwise specified, and is protected against undue external heating or cooling.

Unless otherwise specified, tests are carried at the rated frequency $\pm 5\%$.

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

SRCDs classified according to 4.2.2 shall be tested without associated fixed socket-outlet(s).

The socket-outlet part of the SRCDs classified according to 4.2.1 shall be tested, according to IEC 60884-1, but at the rated voltage of the RCD part.

In countries where IEC 60884-1 is not applicable, national requirements for socket-outlets apply.

Unless otherwise specified, the tests are carried out at 1,1 U_n as applicable.

Table 12 – Test copper conductors corresponding to the rated currents

Rated current I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6

NOTE 1 For AWG copper conductors, see Annex C.

NOTE 2 Values above 30 A are used in some country, e.g. Korea.

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

For the tests of 9.4, 9.8, 9.11, 9.17 and 9.24, the SRCD is connected as follows:

- the connections are made by means of single-core, PVC-insulated copper cables in accordance with Table 12;
- the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal is 1 m.

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 20.

9.1.2 Characteristics of SRCDs

Characteristics of SRCDs are checked by means of type tests.

The type tests required by this standard are listed in Table 13.

Table 13 – List of type tests

Reference subclause	Requirement	Test subclause
8.1	General	
8.2	Information and marking	9.2
8.3	Mechanical and electrical design	9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.26
8.4	Operating characteristics	9.8
8.5	Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring	9.9
8.6	Test device	9.10
8.7	Temperature rise	9.11
8.8	Resistance to humidity	9.12
8.9	Dielectric properties	9.13
8.10	EMC compliance and unwanted tripping	9.14
8.11	Behaviour of SRCDs in case of overcurrent conditions	9.15, 9.23
8.12	Resistance of the insulation against impulse voltages	9.16
8.13	Mechanical and electrical endurance	9.17
8.14	Resistance to mechanical shock	9.18
8.15	Reliability	9.19, 9.24
8.16	Protection against electric shock	9.20
8.17	Resistance to heat	9.21
8.18	Resistance to abnormal heat and to fire	9.22
8.19	Behaviour of SRCD within ambient temperature range	9.8.5
8.20	Resistance to temporary overvoltage (TOV)	9.25

9.2 Marking and test of indelibility of marking

The marking shall comply with the requirement of Clause 6.

The test of indelibility of marking is made by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with aliphatic solvent hexane (with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, a kauributanol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry point of approximately 69 °C and a specific gravity of 0,68 g/cm³).

Marking made by impressing, moulding or engraving 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 standard.

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

9.3 Verification of the trip-free mechanism

9.3.1 General test conditions

The SRCD is connected and wired as in normal use.

It is tested in a substantially resistive circuit, the diagram of which is shown in Figure 2.

9.3.2 Test procedure

S_1 , S_4 and the SRCD being previously closed, a residual current equal to $1,5 I_{\Delta n}$ is passed by closing the switch S_2 , whilst the operating means being held in the closed position. The SRCD shall trip.

This test is then repeated by resetting and/or relatching the SRCD slowly over a period of approximately 1 s to a position where the residual current starts to flow. Tripping shall occur without further movement of the operating means.

Both tests are carried out three times, at least once on each pole intended to be connected to a phase.

NOTE If the SRCD is fitted with more than one operating means, the trip-free operation is verified for each operating means.

9.4 Test for the verification of electronic circuits

SRCDs shall not create fire and/or shock hazards under abnormal conditions likely to occur in service.

The conditions under which a component is used within an SRCD shall be in accordance with the operating characteristics marked on the component and/or given in the data provided by the manufacturer.

When SRCDs are exposed to abnormal conditions, no part shall reach temperatures likely to cause danger of fire to the surroundings of the SRCDs and no live parts shall become accessible.

Compliance is checked by subjecting the SRCDs to the heating test under fault conditions as follows:

Unless otherwise specified, the tests are made on SRCDs while they are mounted, connected as specified in 9.11.

Examination of the SRCD and its circuit diagram will show the fault conditions which shall be applied.

Generally, one separate sample is submitted for each fault condition to be tested.

Each of the following fault conditions a) to e) shall be applied in turn. Only one test is carried out for each of the following fault conditions.

- a) Short-circuit across clearances and creepage distances, if smaller than those given by curve A of Figure 3 with the following exception.

In the requirements for clearances and creepage distances between conductors (one of which may be connected to one pole of the supply mains), which are on a printed board, the values given by Figure 3 are replaced by the values calculated from the following formula:

$$\lg d = 0,78 \lg \frac{V}{300} \text{ with a minimum of } 0,2 \text{ mm}$$

where

d is the distance in millimetres;

V the peak value of the voltage in volts.

NOTE 1 These distances can be determined by reference to Figure 4.

NOTE 2 The above reduced values apply to the conductors themselves, but not to mounted components or associated soldered connections. A lacquer coating or the like on printed boards is ignored when calculating the distances.

Clearances and creepage distances, complying with the requirements of Table 6 and printed boards with type 2 coating complying with IEC 60664-3, are excluded from this test.

- b) Short-circuit across insulation consisting of lacquer or enamel coatings.
- c) Short-circuit or interruption of semiconductors.

NOTE 3 For integrated circuits and other semiconductor devices with more than two terminals, the number of tests implied make it impracticable to apply the open-circuiting and/or shorting of all combinations of terminals. In this case, it is permissible first to analyse in detail, by a desk study, all the possible mechanical, thermal and electrical faults which may develop in the SRCD due to the malfunction of the electronic device or other circuit components. Only the combinations corresponding to faults that, on the basis of this analysis, are considered to be likely to cause the non-compliance of the SRCD with the requirements of the last two paragraphs of this subclause are investigated by this method.

- d) Short-circuit of electrolytic capacitors.
- e) Short-circuit or disconnection of resistors, inductors or capacitors.

NOTE 4 Condition e) need not be applied if these components comply with the requirements of 9.5

The temperatures resulting from the fault conditions are measured for the parts mentioned in Table 14 after steady state has been reached or after 4 h (whichever is the shorter time) under each of the fault conditions a) to e).

These temperatures shall not exceed the values given in Table 14 during tests b) and c). They may exceed the values given in Table 14 during test a).

After the tests a) to e), the SRCDs may no longer be capable of meeting all their performance requirements, but they shall comply with the requirements of protection against electric shock according to 9.20.

9.5 Requirements for capacitors and specific resistors and inductors

These requirements concern capacitors and specific resistors and inductors used in electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position.

9.5.1 Capacitors

Capacitors shall comply with the requirements of IEC 60384-14.

The relevant type of capacitors are as follows.

- X_1 or X_2 when relating to interference;
- Y_1 or Y_2 when relating to shock hazard.

These capacitors shall be marked with their rated voltage in volts, their rated capacitance in microfarads and their reference temperature in degrees Celsius, or the manufacturer may provide data sheets.

9.5.2 Resistors and inductors

Resistors and inductors, whose short-circuiting or disconnection resulted in non-compliance with the requirements of 9.4, shall comply with the relevant safety requirements of IEC 60065.

Tests already carried out on resistors and inductors complying with IEC 60065 are not required to be repeated.

Table 14 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions

Parts of the SRCD	Maximum permissible temperature under specific abnormal conditions °C
Accessible parts	
Knobs, handles, accessible surfaces, enclosures, if:	
– metallic	100
– non-metallic ^a	100
	^b
Internal surfaces of insulating enclosures	135
Supply cords and wiring insulation with: ^{c, f}	
– polyvinyl chloride or synthetic rubber	135
– natural rubber	
Other insulations ^c :	
– thermoplastic materials ^d	^e
– non-impregnated paper	105
– non-impregnated cardboard	115
– impregnated cotton, silk, paper and textile	125
– laminates based on cellulose or textile, bonded with	
• phenol-formaldehyde, melamine-formaldehyde, phenol-furfural or polyester	145
• epoxy	185
– mouldings of	
• phenol-formaldehyde, or phenol-furfural, melamine and melamine phenolic compounds with	
– cellulose fillers	165
– mineral fillers	185
• thermosetting polyester with mineral fillers	185
• alkyd with mineral fillers	185
– composite materials of:	
• polyester with fibre glass reinforcement	185
• epoxy with fibre glass reinforcement	185
– silicone rubber	225
Parts of thermoplastic materials ^d acting as support or as a mechanical barrier	^e
Winding wires insulated with ^{c, f}	
• non-impregnated silk cotton, etc.	110
• impregnated silk cotton, etc.	135
• oleoresinous materials	170
• polyvinyl-formaldehyde or polyurethane resins	185
• polyester resins	190
• polyesterimid resins	215
Core laminations	As for the relevant windings
Terminals and parts which may come into contact with cable insulation when installed	135

NOTE The values in this table are taken from Table 3 of IEC 60065:2005.

- ^a If this temperature is higher than that allowed by the class of the relevant insulating material, the nature of the material is the governing factor.
- ^b The admissible temperatures for the internal part of insulating enclosures are those indicated for the relevant insulating materials.
- ^c In this standard, the permissible temperatures are based on service experience in relation to the thermal stability of the materials. The materials quoted are examples. For materials for which higher temperature limits are claimed and for materials other than those listed, the maximum temperatures should not exceed those which have been proved to be satisfactory.
- ^d Natural rubber and synthetic rubbers are not considered as being thermoplastic materials.
- ^e Due to their variety, it is not possible to specify permissible temperatures for thermoplastic materials. While the matter is under consideration, the following method shall be used:
- a) a softening temperature of the material is determined on a separate specimen, under the conditions specified in ISO 306, modified as follows:
- the depth of penetration is 0,1 mm;
 - the total thrust of 10 N is applied before the dial gauge is set to zero or its initial reading noted;
- b) the temperature limit to be considered is the softening temperature itself.
- ^f The possibility of raising the values for wires and cables insulated with heat-resistant polyvinyl chloride is under consideration.

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

Compliance with the requirements of 8.3.4 is checked by inspection and, for screws and nuts which are operated when connecting the SRCD, 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 made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table 15.

Screws and nuts shall not be tightened in jerks.

The test is made with rigid conductors, having the largest cross-sectional areas specified in Table 12. The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Table 15 – Screw thread diameters and applied torques

Nominal diameter of thread mm		Torque Nm	
Greater than	Up to and including	I ^a	II ^b
–	2,8	0,2	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0

^a Column I applies to screws without heads 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.

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

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

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

9.7 Screwed and screwless terminals

9.7.1 Screwed terminals for external copper conductors

9.7.1.1 SRCDs shall be provided with terminals which shall allow the proper connection of copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 16.

Table 16 – Relationship between rated current and connectable nominal cross-sectional areas of copper conductors

Current and type of SRCD	Rigid (solid or stranded) copper conductors ^c		Flexible copper conductors	
	Nominal cross-sectional area mm ²	Diameter of the largest conductor mm	Nominal cross-sectional area mm ²	Diameter of the largest conductor mm
6 A	–	–	From 0,75 up to 1,5 inclusive	1,73
10 A 2P and 2P+ 	From 1 up to 2,5 inclusive ^a	2,13	–	–
13 A and 16 A 2P and 2P+ 	From 1,5 up to 2 × 2,5 inclusive ^b	2,13	–	–
20 A 2P and 2P+ 	From 1,5 up to 4 inclusive	2,72	–	–
32 A ^d 2P+ 	From 2,5 up to 10 inclusive	4,32	–	–
^a The terminal shall allow the connection of two 1,5 mm ² conductors having a diameter of 1,45 mm. ^b Some countries require the looping-in of three conductors of 2,5 mm ² , or two conductors of 4 mm ² . ^c The use of flexible conductors is permitted. ^d This value is for Korea.				

The conductor space shall be at least that specified in Figures 5, 6, 7 or 8.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional areas specified.

9.7.1.2 Terminals with screw clamping shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of the wires 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.

9.7.1.3 Terminals with screw clamping shall have adequate mechanical strength.

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

Screws shall not be of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.1.6 and 9.7.1.8.

NOTE Provisionally SI, BA, and UN threads are considered to be comparable in pitch and mechanical strength to metric ISO thread.

9.7.1.4 Terminals with screw clamping shall be resistant to corrosion.

Terminals, whose body is made of copper or copper alloy as specified in 8.3.4, are considered as complying with this requirement.

9.7.1.5 Terminals with screw clamping shall be so designed and constructed that they clamp the conductor(s) without undue damage to the conductor(s).

Compliance is checked by the following test.

The terminal is placed in the test apparatus according to Figure 9 and fitted with rigid, solid, stranded and/or flexible conductor(s), according to Table 16 first with the smallest and then with the largest nominal cross-sectional area, the clamping screw(s) or nut(s) being tightened with the torque according to Table 15.

Where rigid stranded conductors do not exist, the test may be made with rigid solid conductors only. In this case, there is no need for further tests.

The length of the test conductor shall be 75 mm longer than the height (H) specified in Table 17.

The end of the conductor is passed through an appropriate bushing in a plate positioned at a height (H) below the equipment, as given in Table 17. The bushing is positioned in a horizontal plane in such a way that its centre line describes a circle of 75 mm diameter, concentric with the centre of the clamping unit in the horizontal plane; the platen is then rotated at a rate of (10 ± 2) r/min.

The distance between the mouth of the clamping unit and the upper surface of the bushing shall be within ± 15 mm of the height specified in Table 17. The bushing may be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor.

A mass as specified in Table 17 is suspended from the end of the conductor. The duration of the test is approximately 15 min.

During the test, the conductor shall neither slip out of the clamping unit nor break near the clamping unit, nor shall the conductor be damaged in such a way as to render it unfit for further use.

The test shall be repeated with rigid solid conductors where they exist, if the first test has been made with rigid stranded conductors.

Table 17 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Diameter of bushing hole ^a mm	Height H mm	Mass for conductor kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE 1 For SRCD with a rated current of 32 A, testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm ² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).			
NOTE 2 For AWG copper conductors, see Annex C.			
^a If the bushing-hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.			

9.7.1.6 Terminals with screw clamping shall be so designed that they clamp the conductor reliably between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

The terminals are fitted with rigid solid or stranded conductors for fixed socket-outlets and flexible conductors for plugs and portable socket-outlets using conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional area specified in Table 16, the terminal screws being tightened with a torque equal to two-thirds of the torque shown in the appropriate column of Table 15.

If the screw has a hexagonal head with a slot, the torque applied is equal to two-thirds of the torque shown in column 3 of Table 15.

Each conductor is then subjected to a pull as specified in Table 18, applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axis of the conductor space.

Table 18 – Values for pull test for screw-type terminals

Nominal cross-sectional area of conductors accepted by the terminal mm ²	Pull N
Above 0,75 up to 1,5 inclusive	40
Above 1,5 up to 2,5 inclusive	50
Above 2,5 up to 4 inclusive	50
NOTE For SRCD with a rated current of 32 A testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm ² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).	

If the clamp is provided for two or three conductors, the appropriate pull is applied consecutively to each conductor.

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

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

Compliance is checked by the following test.

The terminals are fitted with conductors having the largest nominal cross-sectional area specified in Table 19.

The terminals of fixed socket-outlets are checked both with rigid solid conductors and with rigid stranded conductors.

The terminals of plugs and portable socket-outlets are checked with flexible conductors.

Terminals intended for the looping-in of two or three conductors are checked, being fitted with the permissible number of conductors.

The terminals are fitted with conductors having the composition shown in Table 19.

Table 19 – Composition of conductors

Nominal cross-sectional area mm ²	Number of wires (<i>n</i>) and nominal diameter of conductors <i>n</i> × mm		
	Flexible conductor	Rigid solid conductor	Rigid stranded conductor
0,75	24 × 0,20	–	–
1,0	32 × 0,20	1 × 1,13	7 × 0,42
1,5	30 × 0,25	1 × 1,38	7 × 0,52
2,5	50 × 0,25	1 × 1,78	7 × 0,67
4,0	56 × 0,30	1 × 2,25	7 × 0,86

NOTE For SRCDs with a rated current of 32 A, testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).

Before insertion into the clamping means of the terminal, wires of rigid (solid or stranded) conductors are straightened; rigid stranded conductors may, in addition, be twisted to restore them approximately to their original shape and flexible conductors are twisted in one direction so that there is a uniform twist of one complete turn in a length of approximately 20 mm.

The conductor is inserted into the clamping means of the terminal for the minimum distance prescribed, or where no distance is prescribed, until it just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to allow the wire to escape.

The clamping screw is then tightened with a torque equal to two-thirds of the torque shown in the appropriate column of Table 20.

For flexible conductors, the test is repeated with a new conductor which is twisted as before, but in the opposite direction.

After the test, no wire of the conductors shall have escaped from the clamping unit thus reducing creepage distances and clearances to values lower than those indicated in Table 6.

9.7.1.8 Terminals with screw clamping shall be so fixed or located within the SRCD that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, the terminals shall not work loose from their fixing to accessories.

NOTE 1 These requirements do not imply that the terminals are designed so that their rotation or displacement is prevented, but any movement is sufficiently limited so as to prevent non-compliance with this standard.

NOTE 2 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, and
- 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 standard.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the following test.

A rigid solid copper conductor of the largest nominal cross-sectional area specified in Table 16 is placed in the terminal.

Where rigid solid conductors do not exist, the test may be made with rigid stranded conductors.

Before insertion into the clamping means of the terminal, wires of rigid (solid or stranded) are straightened; rigid stranded conductors may, in addition, be twisted to restore them approximately to their original shape.

The conductor is inserted into the clamping means of the terminal for the minimum distance prescribed, or where no distance is prescribed, until it just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to allow the wire to escape.

Screws and nuts are tightened and loosened five times by means of a suitable test screwdriver or spanner, the torque applied when tightening being equal to the torque shown in the appropriate column of Table 20 or in the table of the appropriate Figures 5, 6 or 7, whichever is the greater.

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Where a screw has a hexagonal head with a slot, only the test with the screwdriver is made with the torque values given in column 3 of Table 20.

Table 20 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm		
	1 ^a	2 ^b	3 ^c
Up to and including 2,8	0,2	0,4	–
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	–
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	–
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	–
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,2
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	1,4
^a Column 1 applies to screws without a 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. ^b Column 2 applies to other screws which are tightened by means of a screwdriver and to screws and nuts which are tightened by means other than a screwdriver. ^c Column 3 applies to nuts of mantle terminals which are tightened by means of a screwdriver.			

During the test, terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to heads, slots (rendering the use of the appropriate screwdriver impossible), threads, washers or stirrups that will impair the further use of the terminal.

NOTE 3 For mantle terminals the specified nominal diameter is that of the slotted stud.

NOTE 4 The shape of the blade of the test screwdriver should suit the head of the screw to be tested.

NOTE 5 The screws and nuts should not be tightened in jerks.

9.7.1.9 Clamping screws or nuts of earthing terminals with screw clamping shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

Compliance is checked by manual test.

NOTE In general, the design of terminals shown in Figures 5, 6, 7 and 8 provide sufficient resiliency to comply with this requirement; for other designs, special provisions, such as the use of an adequate resilient part which is not likely to be removed inadvertently, may be necessary.

9.7.1.10 Earthing terminals with screw clamping shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal that is in contact with these parts.

The body of the earthing terminal shall be of brass or other metal no less resistant to corrosion, unless it is a part of the metal frame or enclosure, when the screw or nut shall be of brass or other metal no less resistant to corrosion.

If the body of the earthing terminal is a part of a frame or enclosure of aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Screws or nuts of plated steel withstanding the corrosion test are considered to be of a metal no less resistant to corrosion than brass.

9.7.1.11 For pillar terminals, the distance between the clamping screw and the end of the conductor, when fully inserted, shall be at least that specified in Figure 5.

NOTE The minimum distance between the clamping screw and the end of the conductor applies only to pillar terminals in which the conductor cannot pass right through.

For mantle terminals, the distance between the fixed part and the end of the conductor, when fully inserted, shall be at least that specified in Figure 8.

Compliance is checked by measurement, after a solid conductor of the largest nominal cross-sectional area, as specified in Table 16, has been fully inserted and fully clamped.

9.7.2 Screwless terminals for external copper conductors

9.7.2.1 Screwless terminals may be of the type suitable for rigid copper conductors only or of the type suitable for both rigid and flexible copper conductors.

For the latter type the tests are carried out with rigid conductors first and then repeated with flexible conductors.

NOTE This subclause is not applicable to SRCDs provided with:

- screwless terminals requiring the fixing of special devices to the conductors before clamping them in the screwless terminal, for example flat push-on connectors;
- screwless terminals requiring twisting of the conductors, for example, those with twisted joints;
- screwless terminals providing direct contact to the conductors by means of edges or points penetrating the insulation.

9.7.2.2 Screwless terminals shall be provided with two clamping units each allowing the proper connection of rigid or of rigid and flexible copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 21.

Table 21 – Relationship between rated current and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals

Rated current A	Conductors		
	Nominal cross-sectional areas mm ²	Diameter of largest rigid conductor mm	Diameter of largest flexible conductor mm
From 10 up to 16 inclusive	From 1,5 up to 2,5 inclusive	2,13	2,21

When two conductors have to be connected, each conductor shall be introduced in a separate independent clamping unit (not necessarily in separate holes).

Compliance is checked by inspection and by fitting conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional areas specified.

9.7.2.3 Screwless terminals shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of the wires of the conductor, use of terminal ends, etc., but not the reshaping of the conductor before introduction into the terminal or the twisting of a flexible conductor to consolidate the end.

9.7.2.4 Parts of screwless terminals mainly intended to carry current shall be of materials as specified in 8.3.4.

Compliance is checked by inspection and by chemical analysis.

NOTE Springs, resilient units, clamping plates and the like are not considered as parts mainly intended to carry current.

9.7.2.5 Screwless terminals shall be so designed that they clamp the specified conductors with sufficient contact pressure and without undue damage to the conductor.

The conductor shall be clamped between metal surfaces.

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

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.6 It shall be clear how the connection and disconnection of the conductors is to be made.

The intended disconnection of a conductor shall require an operation, other than a pull on the conductor, so that it can be made manually with or without the help of a general purpose tool.

It shall not be possible to confuse the opening intended for the use of a tool to assist the connection or disconnection with the opening intended for the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.7 Screwless terminals which are intended to be used for the interconnection of two or more conductors shall be so designed that:

- during the insertion, the operation of the clamping means of one of the conductors is independent of the operation of that of the other conductor(s);
- during the disconnection, the conductors can be disconnected either at the same time or separately;
- each conductor shall be introduced in a separate clamping unit (not necessarily in separate holes);
- it shall be possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum as designed.

Compliance is checked by inspection and by manual tests with the appropriate conductors (in number and size).

9.7.2.8 Screwless terminals of fixed SRCDs shall be designed so that adequate insertion of the conductor is obvious and over-insertion is prevented if further insertion is liable to reduce the creepage distances and/or clearances required in Table 6, or to influence the operation of the SRCD.

NOTE For the purpose of this requirement, an appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless terminal may be put on the SRCD or given in an instruction sheet which accompanies the SRCD.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.9 Screwless terminals shall be properly fixed to the SRCD.

They shall not work loose when the conductors are connected or disconnected during installation.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

Covering with sealing compound without other means of locking is not sufficient. Self-hardening resins may, however, be used to fix terminals which are not subject to mechanical stress in normal use.

9.7.2.10 Screwless terminals shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests which are carried out with uninsulated conductors on one screwless terminal of each specimen, using a new specimen for each test.

The test is carried out with solid rigid copper conductors, first with conductors having the largest nominal cross-sectional area, and then with conductors having the smallest nominal cross-sectional area specified in Table 21.

Conductors are connected and disconnected five times, new conductors being used each time, except for the fifth time, when the conductors used for the fourth connection are clamped at the same place. For each connection, the conductors are either pushed as far as possible into the terminal or are inserted so that adequate connection is obvious.

After each connection, the conductor is subjected to a pull of the value shown in Table 22. The pull is applied without jerks, for 1 min in the direction of the longitudinal axis of the conductor space.

Table 22 – Value for pull test for screwless-type terminals

Rated current A	Pull N
10 up to and including 16	30

During the application of the pull the conductor shall not come out of the screwless terminal.

The test is then repeated with rigid stranded copper conductors having the largest and smallest nominal cross-sectional areas specified in 9.7.2.2. These conductors are, however, connected and disconnected only once.

Screwless terminals intended for both rigid and flexible conductors shall also be tested with flexible conductors, making five connections and disconnections.

For fixed SRCDs with screwless terminals, each conductor is subjected for 15 min to a circular motion with (10 ± 2) r/min using an apparatus, an example of which is shown in Figure 9. During this test, a mass as specified in Table 23 is suspended from the end of the conductor.

Table 23 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Diameter of bushing hole ^a mm	Height H mm	Mass for conductor kg
0,5	6,5	260	0,3
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE For AWG copper conductors, see Annex C.			
^a If the bushing-hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.			

During the test, the conductors shall not move noticeably in the clamping unit.

After these tests, neither the terminals nor the clamping means shall have worked loose and the conductors shall show no deterioration impairing their further use.

9.7.2.11 Screwless terminals shall withstand the electrical and thermal stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests a) and b), which are carried out on five screwless terminals of SRCDs which have not been used for any other test.

Both tests are carried out with new copper conductors.

- The test is carried out loading the screwless terminals for 1 h with an alternating current as specified in Table 24 and connecting rigid solid conductors 1 m long having the nominal cross-sectional area as specified in the same table.

The test is carried out on each clamping unit.

Table 24 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use for screwless terminals

Rated current A	Test current A	Nominal cross-sectional area of the conductor mm ²
10	17,5	1,5
16	22	2,5
NOTE 1 For SRCDs having rated currents lower than 10 A, the test current is proportionally determined and the cross-sectional area of the conductors is 1,5 mm ² .		
NOTE 2 For SRCDs having rated currents lower than 16 A and higher than 10 A, the test current is proportionally determined and the cross-sectional area of the conductors is 2,5 mm ² .		

During the test, the current is not passed through the SRCD, but only through the terminals.

Immediately after this period, the voltage drop across each screwless terminal is measured with rated current flowing.

In no case the voltage drop shall exceed 15 mV.

The measurements are made across each screwless terminal and as near as possible to the place of contact.

If the back connection of the terminal is not accessible, the specimens may be adequately prepared by the manufacturer; care shall be taken not to affect the behaviour of the terminals.

Care shall be taken to ensure that, during the period of the test, including the measurements, the conductors and the measurement devices are not moved noticeably.

b) The screwless terminals already subjected to the determination of the voltage drop specified in the previous test a) are tested as follows.

During the test, a current equal to the test current value given in Table 24 is passed.

The whole test arrangement, including the conductors, shall not be moved until the measurements of the voltage drop have been completed.

The terminals are subjected to 192 temperature cycles, each cycle having a duration of approximately 1 h and carried out as follows:

- the current flows for approximately 30 min;
- for a further period of approximately 30 min no current flows.

The voltage drop in each screwless terminal is determined as prescribed for the test of a) after every 24 temperature cycles and after the 192 temperature cycles have been completed.

In no case shall the voltage drop exceed 22,5 mV or twice the value measured after the 24th cycle, whichever is the smaller.

After this test an inspection by normal or corrected vision without additional magnification shall show no changes evidently impairing further use such as cracks, deformations or the like.

In addition, the mechanical strength test according to 9.7.2.10 is repeated and all specimens shall withstand this test.

9.7.2.12 Screwless terminals shall be so designed that the connected rigid solid conductor remains clamped, even when it has been deflected during normal installation, for example, during mounting in a box, and the deflecting stress is transferred to the clamping unit.

Compliance is checked by the following test which is made on three specimens of SRCs which have not been used for any other test.

The test apparatus, the principle of which is shown in Figure 10a shall be so constructed that

- a specified conductor properly inserted into a terminal is allowed to be deflected in any of the 12 directions differing from each other by 30°, with a tolerance referred to each direction of $\pm 5^\circ$, and
- the starting point can be varied by 10° and 20° from the original point.

NOTE 1 A reference direction need not be specified.

The deflection of the conductor from its straight position to the testing positions shall be effected by means of a suitable device, applying a specified force to the conductor at a certain distance from the terminal.

The deflecting device shall be so designed that

- the force is applied in a direction perpendicular to the undeflected conductor,
- the deflection is attained without rotation or displacement of the conductor within the clamping unit,
- the force remains applied while the prescribed voltage drop measurement is made.

Provisions shall be made so that the voltage drop across the clamping unit under test can be measured when the conductor is connected, as shown for example in Figure 10b.

The specimen is mounted on the fixed part of the test apparatus in such a way that the specified conductor inserted into the clamping unit under test can be freely deflected.

NOTE 2 If necessary, the inserted conductor may be permanently bent around obstacles so that these do not influence the results of the test.

NOTE 3 In some cases, with the exception of the case of guidance for the conductor, it may be advisable to remove those parts of the specimens which do not allow the deflection of the conductor corresponding to the force to be applied.

To avoid oxidation, the insulation shall be removed from the conductor immediately before starting the test.

A clamping unit is fitted as for normal use with a rigid solid copper conductor having the smallest nominal cross-sectional area specified in Table 25 and is submitted to a first test sequence; the same clamping unit is submitted to a second test sequence using the conductor having the largest nominal cross-sectional area, unless the first test sequence has failed.

The force for deflecting the conductor is specified in Table 26, the distance of 100 mm being measured from the extremity of the terminal, including the guidance, if any, for the conductor, to the point of application of the force to the conductor.

The test is made with continuous current (i.e. the current is not switched on and off during the test); a suitable power supply should be used and an appropriate resistance should be inserted in the circuit so that the current variations are kept within $\pm 5\%$ during the test.

**Table 25 – Nominal cross-sectional areas of rigid copper conductors
for deflection test of screwless terminals**

Rated current of the SRCD A	Nominal cross-sectional area of the test conductor mm ²	
	First test sequence	Second test sequence
Up to and including 6	1,0 ^a	1,5
Above 6 up to and including 16	1,5	2,5
^a Only for countries allowing the use of 1,0 mm ² conductors in fixed installations.		

Table 26 – Deflection test forces

Nominal cross-sectional area of the test conductor mm ²	Force for deflecting the test conductor ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0
^a The forces are chosen so that they stress the conductors close to the limit of elasticity.	

A test current equal to the rated current of the SRCD is passed through the clamping unit under test. A force according to Table 25 is applied to the test conductor inserted in the clamping unit under test in one of the 12 directions shown in Figure 10a and the voltage drop across this clamping unit is measured. The force is then removed.

The force is then applied successively on each one of the remaining 11 directions shown in Figure 10a, following the same test procedure.

If, for any of the 12 test directions, the voltage drop is greater than 25 mV, the force is maintained in this direction until the voltage drop is reduced to a value below 25 mV, but for not more than 1 min. After the voltage drop has reached a value below 25 mV, the force is maintained in the same direction for a further period of 30 s during which period the voltage drop shall not have increased.

The other two specimens of SRCDs of the set are tested following the same test procedure, but moving the 12 directions of the force so that they differ by approximately 10° for each specimen.

If one specimen has failed at one of the directions of application of the test force, the tests are repeated on another set of specimens, all of which shall comply with this new series of tests.

9.8 Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs

9.8.1 Test circuit

The SRCD is connected in accordance with Figure 2.

Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at 0,85 U_n and 1,1 U_n .

The test circuit shall be of negligible inductance.

The instruments for the measurement of the residual current shall show (or permit to determine) the true r.m.s. value.

The instruments for the measurement of time shall have a maximum relative error not greater than 10 % of the measured value.

9.8.2 Verification of behaviour in the case of supply voltage failure

With test switch S_2 in the open position, S_1 and S_4 and the SRCD in the closed position:

Switch S_1 is then opened.

Only SRCDs classified according to 4.1.2 a) and 4.1.2 b) shall open automatically.

Switch S_1 is reclosed.

Only SRCDs classified according to 4.1.2 b) shall reclose automatically.

For SRCDs with manual opening means the test is repeated with S_2 and the SRCD **set** in the open position and S_1 and S_4 in the closed position:

Switch S_1 is then opened and reclosed.

The SRCD shall not reclose automatically.

For the purposes of this test the test button is not considered to be a manual opening means.

9.8.3 Off-load tests with residual sinusoidal alternating currents at the reference temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

The SRCD shall perform the tests of 9.8.3.1, 9.8.3.2 and 9.8.3.3 (each one comprising five measurements except at 175 A and above for which it is done only once), made on one pole only, taken at random, but not all samples being tested on the same pole.

9.8.3.1 Verification of the correct operation in case of a steady increase of the residual current

With the test switches S_1 , S_2 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than $0,2 I_{\Delta n}$, to try to attain the value of $I_{\Delta n}$ within 30 s. The tripping current is measured each time.

All five measured values shall be between $I_{\Delta n0}$ and $I_{\Delta n}$.

9.8.3.2 Verification of the correct operation at closing on residual current

Verification is carried out as follows.

- With the test circuit calibrated at $I_{\Delta n}$ and the test switches S_1 , S_2 , S_4 closed, the SRCD is closed on the circuit so as to simulate service conditions as closely as possible. The break time is measured five times. No measurement shall exceed the limiting value as specified in Table 1 or Table 2, as applicable.
- For SRCDs classified according to 4.1.2 a), after the last tripping due to the residual current, switch S_1 is opened and then re-closed without manually resetting the SRCD.

The SRCD shall remain in the open position.

NOTE In the United Kingdom, the momentary re-closing of the contacts for a time not exceeding that stated in Table 1, when the line voltage is restored under fault conditions, is allowed

- For SRCDs classified according to 4.1.2 b), the switches S_1 , S_4 being closed, the SRCD is closed. The opening of switch S_1 shall open the SRCD. Switch S_2 is then closed and thereafter S_1 . If the SRCD re-closes it shall trip within the relevant specified time. The test

is made five times at $I_{\Delta n}$ with measurement of the break time. No measurement shall exceed the relevant specified limiting value in Table 1.

9.8.3.3 Verification of the correct operation in case of sudden appearance of residual current

For SRCDs classified to 4.1.1, with the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 1, the test switches S_2 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_1 .

For SRCDs classified to 4.1.2 a) and b), with the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 1, the test switches S_1 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

The SRCD shall trip during each test.

Five tests, with a delay of 60 s between each test, are carried out at each value of residual current with measurement of break time; test at 175 A and above is made only once.

No value shall exceed the relevant limiting value specified in Table 1.

9.8.4 Verification of the correct operation with load at the reference temperature

The tests of 9.8.3.2 a) and 9.8.3.3 are repeated, the SRCD being loaded with rated current for a sufficient time so as to reach steady-state conditions. In practice, these conditions are reached when the variation of temperature rise does not exceed 1 K/h.

9.8.5 Verification of the correct operation at the temperature limits with and without load

9.8.5.1 SRCDs classified according to 4.7.3 a) and 4.7.3 b)

The SRCD shall perform tests under the following conditions:

- a) in 9.8.3.3 at $0,85 U_n$ and ambient temperature: -5 °C off-load;
- b) in 9.8.3.2 a) and 9.8.3.3 at $1,1 U_n$ and ambient temperature: $+40\text{ °C}$, the SRCD being loaded with the rated current until it attains thermal steady-state conditions and mounted as in 9.11.

In practice, these conditions are reached when the variation of temperature rise does not exceed 1 K/h.

NOTE 1 Preheating may be made at reduced voltage.

NOTE 2 The current and voltage may be derived from two separate sources. An example is given in Figure 11.

9.8.5.2 Verification of the correct operation at low ambient air temperatures for SRCDs classified according to 4.7.3 b)

Enclosed-type SRCDs are tested in their enclosure, unenclosed-type SRCDs being mounted in an individual enclosure with a degree of protection IP55, and are connected as for normal use (see Figure 2).

NOTE 1 No drain hole in the enclosure should be opened for this test.

NOTE 2 SRCDs tested in enclosures IP55 may also be used in enclosures of a degree of protection other than IP55 within the temperature range of -25 °C to $+40\text{ °C}$.

The SRCD (including the enclosure) is brought into a suitable test chamber with an ambient air temperature of $(23 \pm 2)\text{ °C}$ and a relative humidity of $(93 \pm 3)\%$. The volume ratio of the test chamber to the test samples (including enclosures) shall be greater than 50.

The SRCD is in the ON position without load and shall be subjected to the following cycle (see Figure 12).

For the first 6 h (stabilization period) the temperature is kept at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and the humidity at $(93 \pm 3) \%$. Within the next 6 h, the ambient air temperature is decreased to $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ without any supply of humidity. This temperature of $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ is kept for 6 h. Within the next 6 h, the temperature is increased to $(+23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and the relative humidity is increased to $(93 \pm 3) \%$ (end of the first cycle). This cycle is performed five times.

During these cycles the SRCD shall not trip.

During the fifth cycle, at the end of the period at $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, an a.c. residual current is passed through one pole of the SRCD (see Figure 2).

For SRCDs, the residual current is calibrated to $1,25 I_{\Delta n}$ and established by closing test switch S_2 . One test only is made on one pole taken at random. The break time measured shall not exceed the value specified in Table 1 for $I_{\Delta n}$.

In addition, the type A SRCD is tested with pulsating d.c. residual currents immediately after the above test with a.c. residual current, the test circuit corresponding to Figure 14.

The residual current is calibrated to $1,25 \times 2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta} \leq 0,01 \text{ A}$, and to $1,25 \times 1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$. The current delay angle shall be $= 0^\circ$, the position of test switch S_3 is set at random, and the current is established by closing test switch S_2 . One test only is made on one pole taken at random. The break time measured shall not exceed the value specified in Table 1 for $I_{\Delta n}$.

After these tests a visual inspection shall show that the materials have not undergone deterioration impairing the further use of the SRCD and it shall be possible to switch on the SRCD, without the presence of any residual current, at the temperature of $-25 ^\circ\text{C}$.

9.8.6 Additional tests for SRCDs fitted with an FE

The value of R_e in Figure 2 shall be 150Ω .

NOTE The above value of R_e takes into account that SRCDs are not intended to be used in an IT system.

9.8.6.1 Verification of the correct operation in case of a steady increase of residual current

Repeat the test of 9.8.3.1 once at $0,85 U_n$ and with test switch S_4 open.

The measured value shall be between $I_{\Delta n0}$ and $I_{\Delta n}$.

9.8.6.2 Verification of correct operation at closing on residual current

Repeat the tests of 9.8.3.2 once with $0,85 U_n$ and test switch S_4 open.

9.8.6.3 Verification of correct operation in case of sudden appearance of residual current

With the test circuit calibrated at $5 I_{\Delta n}$ with $0,9 U_n$, the test switch S_1 and the SRCD in the closed position, switch S_4 in the open position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

The SRCD shall trip.

One test shall be made at $5 I_{\Delta n}$ with measurement of break time.

The value of break time shall not exceed the relevant limiting value specified in Table 1.

9.8.7 Verification of correct operation of type A SRCDs with residual currents having a d.c. component

The test conditions of 9.8.1 apply, except that the test circuits shall be those shown in Figure 14 and Figure 15, as applicable.

9.8.7.1 Verification of correct operation in case of a continuous rise of a residual pulsating direct current

The test shall be performed according to Figure 14.

Test switches S_1 , S_2 and S_4 and the SRCD under test are closed. The relevant thyristor shall be controlled in such a manner that current delay angles α of 0° , 90° and 135° are obtained. Each pole of the SRCD shall be tested twice at each of the current delay angles, twice in position I and twice in position II of test switch S_3 .

At each test, the current, starting from zero, shall be steadily increased within 30 s to

- $1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A;
- $2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A.

The tripping current shall be in accordance with Table 27.

Table 27 – Tripping current ranges for SRCDs in case of pulsating d.c. current

Angle α	Tripping current A	
	Lower limit for each value of α	Upper limit for all values of α
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	For $I_{\Delta n} \leq 10$ mA: $2 I_{\Delta n}$ For $I_{\Delta n} > 10$ mA: $1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

9.8.7.2 Verification of correct operation in case of residual pulsating direct currents in the presence of a standing smooth direct current of 0,006 A

The SRCD shall be tested according to Figure 15 with a half-wave rectified residual current (current delay angle $\alpha = 0^\circ$) and a standing smooth direct current of 0,006 A.

Each pole of the SRCD is tested in turn, twice in position I and twice in position II.

At each test, the half-wave current I_1 , starting from zero, shall be steadily increased within 30 s to

- $1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A;
- $2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A.

The half-wave current I_1 , starting from zero, being steadily increased at an approximate rate of $1,4 I_{\Delta n} / 30$ A/s for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A and $2 I_{\Delta n} / 30$ A/s for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A, the device shall trip before this half-wave current I_1 reaches a value not exceeding $1,4 I_{\Delta n}$ or $2 I_{\Delta n}$ as applicable.

9.8.7.3 Verification of correct operation in case of suddenly appearing residual pulsating direct currents

The SRCD shall be tested according to Figure 14.

The circuit is successively calibrated at the values of I_{Δ} given in Table 2.

With the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 2, the test switches S_1 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

Two measurements of the break time are made at each of those values at a current delay angle $\alpha = 0^\circ$, with the test switch S_3 in position I for the first measurement and in position II for the second measurement.

No value shall exceed the specified limiting values given in Table 2.

9.8.7.4 Verification at reference temperature of the correct operation with load

The tests of 9.8.7.1 are repeated, only at current delay angle $\alpha = 0^\circ$, the SRCD being loaded with the rated current, this current being established shortly before the test.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure 14.

9.9 Verification of behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring

With the SRCD in the open position, a supply voltage of $0,7 U_n$ for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. or $0,85 U_n$ for devices with a rated voltage not exceeding 130 V a.c. is connected directly to the feed through terminals. In this condition no voltage shall appear at the supply terminals of the SRCD and at the socket-outlet portion.

An attempt shall then be made to close the SRCD. If closing of the SRCD is possible, the SRCD shall not remain closed.

NOTE In Australia and New Zealand, this clause is not applicable.

9.10 Verification of the test device

9.10.1 Verification of the simulated residual current

In order to check that the ampere-turns due to the actuation of the test device are less than 2,5 times the ampere-turns produced by a residual current equal to $I_{\Delta n}$ at the rated 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 verification, the dismantling of the SRCD is necessary, a separate sample shall be used.

NOTE 1 The verification of the endurance of the test device is considered as covered by the tests of 9.17.

NOTE 2 If the test is performed with a pulsating d.c. residual current, the value $2,5 I_{\Delta n}$ is multiplied by a factor 2 for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 10$ mA and 1,4 for SRCDs with $I_{\Delta n} > 10$ mA.

9.10.2 Verification of the operation of the test device

Verification is carried out as follows.

- a) With the SRCD being supplied with a voltage equal to 1,1 times the rated voltage, the test device is momentarily actuated 25 times at intervals of 5 s, the SRCD being re-closed before each operation.
- b) Test a) is then repeated, but only once, the operating means of the test device being held in the closed position for 30 s.
- c) Test a) is then repeated at 0,85 times the rated voltage.

At each test a), b), and c), the SRCD shall operate. After the test, it shall show no change impairing its further use.

9.11 Verification of the limit of temperature rise

9.11.1 Test conditions

The test conditions of 9.1 apply, except that the SRCD shall be supplied at $1,05 U_n$.

SRCDs shall be so constructed that they comply with the following temperature-rise test.

The terminal screws or nuts, if any, are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15.

Flush-mounted SRCDs are mounted in flush-mounted boxes. The box is placed in a block of pinewood, the space in between the box and the pinewood being filled with plaster, so that the front edge of the box does not protrude and is not more than 5 mm below the front surface of the pinewood block.

NOTE 1 The test assembly should be allowed to dry for at least seven days when first made.

The size of the pinewood block, which may be fabricated from more than one piece, shall be such that there is at least 25 mm of wood surrounding the plaster, the plaster having a thickness between 10 mm and 15 mm around the maximum dimensions of the sides and rear of the box.

NOTE 2 The sides of the cavity in the pinewood block may have a cylindrical shape.

The cable(s) connected to the SRCD shall enter through the top of the box, the point(s) of entry being sealed to prevent the circulation of air. The length of each conductor within the box shall be (80 ± 10) mm.

Surface type SRCDs shall be mounted centrally on the surface of a wooden block, which shall be at least 20 mm thick, 500 mm wide and 500 mm high.

Other types of SRCD shall be mounted according to the manufacturer's instruction or, in the absence of such an instruction, in the position of normal use considered to give the most onerous conditions.

The test assembly shall be placed in a draught-free environment for the test.

Where plugs are needed for the test they shall have brass pins having the minimum specified dimensions.

9.11.2 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 SRCD at about half its height and at a distance of about 1 m from the SRCD.

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

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

9.11.3 Test procedure

9.11.3.1 Test for SRCD classified according to 4.2.1, 4.2.2 and 4.2.3

A current equal to I_n is passed simultaneously through the two poles of the SRCD from the supply terminals to the load side of the SRCD (socket-outlet or load terminals or flying leads) 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/h.

During this test, the temperature rise shall not exceed the values shown in Table 8.

9.11.3.2 Additional test for SRCD classified according to 4.2.1 b)

The test in 9.11.3.1 is then repeated with a current equal to I_n passing simultaneously through the two poles of the SRCD from the supply terminals to the feed through means.

9.11.4 Measurement of the temperature rise of different parts

The temperature of the different parts referred to in Table 8 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.

9.12 Resistance to humidity

9.12.1 Preparation of the SRCD for test

Parts of the SRCDs which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected to the humidity treatment together with the main part. Spring lids, if any, are kept open during this treatment.

Inlet openings, if any, are left open; if knock-outs are provided, one of them is opened. The SRCD shall be in the open position, without supply voltage and in free air.

9.12.2 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 ± 1 K at any convenient value T between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet the sample is brought to a temperature between T °C and $(T + 4)$ °C.

9.12.3 Test procedure

The SRCD is kept in the cabinet for 48 h.

NOTE 1 A relative humidity between 91 % and 95 % may 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.

NOTE 2 In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is recommended to ensure constant circulation of air and to use a cabinet which is thermally insulated.

9.12.4 Condition of the SRCD after the test

After this treatment, the sample shall show no damage within the meaning of this standard and when removed from the cabinet, shall comply with the tests of 9.13.1 and 9.13.2.

9.13 Test of dielectric properties

9.13.1 Insulation resistance of the main circuit

After an interval between 30 min and 60 min following the test of 9.12, the insulation resistance is measured 5 s after application of a d.c. voltage of approximately 500 V, successively as follows:

- a) with the SRCD in the open position, in turn between each pair of the terminals or pins or contact tubes of socket-outlets which are electrically connected together when the SRCD is in the closed position;
- b) with the SRCD in the closed position, between both poles, electronic components connected between current paths being disconnected for the test (where it is not possible to keep the SRCD in the closed position, each pole is bridged by an outside connection);
- c) with the SRCD in the closed position, between poles connected together and the frame, including a metal foil in contact with the outer surface of the internal enclosure of insulating material, if any (components connected between live parts and the earthing path of an SRCD may be disconnected for this test);
- d) between internal metal parts of the mechanism and the frame;

NOTE Access to the internal metal part of the mechanism may be specifically provided for this measurement by the manufacturer.

- e) for SRCDS 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, if any, including bushing and similar devices.

The term "frame" includes:

- all accessible metal parts and a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible in normal use;
- screws for fixing covers which have to be removed when connecting the SRCD.

For the purpose of this test, the protective conductor is connected to the frame.

For measurements according to b), c), d) and e), 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 M Ω for the measurements according to a) and b),
- 5 M Ω for the other measurements.

9.13.2 Dielectric strength of the main circuit

Immediately after the SRCD has passed the tests of 9.13.1, the test voltage specified below is applied for 1 min between the parts indicated in 9.13.1 the 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 a) to d) of 9.13.1; an alternative voltage value of 1 500 V is allowed for SRCDs with rated residual current of 6 mA intended to be used in a bi-phase system with 120 V middle point.
- 2 500 V for e) of 9.13.1.

Initially, no more than half the prescribed 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 neglected.

9.13.3 Capability of withstanding high d.c. voltages due to insulation measurements

A d.c. voltage source is used with the following characteristics:

- open voltage: $600 \text{ V} + \begin{smallmatrix} 25 \text{ V} \\ 0 \end{smallmatrix}$
- maximum ripple: 5 %

where

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

- short-circuit current: $12 \text{ mA} + \begin{smallmatrix} 2 \text{ mA} \\ 0 \end{smallmatrix}$

The test is carried out on the SRCD in the closed position. Where it is not possible to keep the SRCD in the closed position, each pole is bridged by an outside connection.

The test voltage is applied for 1 min:

- a) between the two poles connected together and the metal frame, if any, connected to the FE, if any, and the PE terminal, if any;
- b) between the two poles.

After this treatment, the SRCD shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in 9.8.3.3.

9.14 EMC compliance and unwanted tripping

9.14.1 Electromagnetic compatibility (EMC)

EMC tests shall be performed according to IEC 61543 as follows:

Tests listed in Table 28 are covered and shall not be repeated.

Table 28 – Tests to be applied for EMC

Reference to Tables 4 and 5 of IEC 61543:1995	Electromagnetic phenomena	Tests of this standard
T 1.3	Voltage amplitude variations	9.8.1
T 1.4	Voltage unbalance	9.8.1
T 1.5	Power frequency variations	9.1.1
T 1.8	Magnetic fields	9.15 and 9.23
T 2.4	Current oscillatory transients	9.14.2

The remaining tests in Tables 4, 5 and 6 of IEC 61543:1995 shall be carried out according to the test sequences EMC1, EMC2 and EMC3 listed in Annex A of this standard.

For devices containing a continuously operating oscillator, the test of CISPR 14-1 shall be carried out on the samples prior to the tests of IEC 61543.

9.14.2 Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A (ring wave test)

The SRCD is tested using a surge generator capable of delivering a damped oscillatory current as shown in Figure 16. An example of circuit diagram for the test of the SRCD is shown in Figure 17. One pole of the SRCD, chosen at random, is 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 sample of an SRCD of the same type to meet the following requirements:

- peak value: $25A^{+10\%}_0$;
- virtual front time: $0,5 \mu s \pm 30 \%$;
- period of the following oscillatory wave: $10 \mu s \pm 20 \%$;
- each successive peak: about 60 % of the preceding peak.

During the tests, the SRCD shall not trip.

9.15 Verification of the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions

9.15.1 List of the overcurrent tests

The various tests to verify the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions are shown in Table 29.

Table 29 – Tests to verify the behaviour of SRCDs under overcurrent conditions

Verification	SRCD classified according to:	
	4.9 a), b), c) 1)	4.9 c) 2)
Rated making and breaking capacity I_m	9.15.2.2	–
Rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$	9.15.2.3	9.15.2.3
Coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current I_{nc}	9.15.2.4 a)	–
Coordination at the rated making and breaking capacity I_m	9.15.2.4 b)	–
Coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$	9.15.2.4 c)	–
Making and breaking capacity of the plug and socket-outlet(s) separate or incorporated in integral items of the SRCD	9.15.3	9.15.3
Test at 1 500 A		9.23.2.1
Rated short-circuit capacity test I_{cn}		9.23.2.2

9.15.2 Short-circuit tests

9.15.2.1 General conditions for test

The conditions of 9.15.2 are applicable to any test intended to verify the behaviour of the SRCD under short-circuit conditions.

a) Test circuit

Figure 18 gives the diagram of the circuit to be used for the tests.

The supply S feeds a circuit including resistors R, reactors L, the SCPD, if any, the SRCD under test and the additional resistors R_2 and/or R_3 , as applicable.

If the SRCD or the associated plug is fitted with a fuse no further SCPD is necessary.

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

The reactors L shall 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 if 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 shall be shunted by a resistor taking approximately 0,6 % of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

In each test circuit, the resistors R and reactors L are inserted between the supply source S and the SRCD under test.

The SCPD, or the equivalent impedance (see 9.15.2.2 a) and 9.15.2.3 a)), is inserted between the resistors R and the SRCD under test.

The additional resistor R_3 , if used, shall be inserted on the load side of the SRCD under test.

For the tests of 9.15.2.4 a) and c), SRCDs shall be connected with cables having a length of 0,75 m per pole and a maximum cross-section corresponding to the rated current according to Table 12.

NOTE 1 It is recommended that 0,5 m be connected on the supply side and 0,25 m on the load side of the SRCD.

The diagram of the test circuit shall be given in the test report. It shall be in accordance with the relevant figure of this standard.

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.

R_2 , suitably calibrated, is a resistance used to obtain one of the following currents:

- a residual current of $10 I_{\Delta n}$ such as to cause the operation of the SRCD within the appropriate minimum operating time specified in Table 1 or Table 2;
- the rated residual making and breaking current $I_{\Delta m}$;
- the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

S_1 is a switch.

For the purpose of verifying the minimum let-through energy I^2t value and minimum peak current I_p to be withstood by the SRCD classified according to 4.9 a) and 4.9 c) 1) in order to obtain reproducible test results, the SCPD shall be embodied by a silver wire using the test apparatus shown in Figure 19.

The silver wire shall have a diameter of 0,35 mm and contain at least 99,9 % pure silver.

The corresponding approximate values of I^2t and I_p are respectively 1 kA²s and 1,02 kA when tested at the rated conditional short-circuit current or at the rated conditional residual short-circuit current (prospective current value: 1 500 A) up to a rated current of 16 A. For higher rated currents, a silver wire with a 0,5 mm diameter shall be used whose corresponding approximate values of let-through energy I^2t and peak current I_p are respectively 4,1 kA²s and 1,5 kA.

The silver wire shall be inserted in the appropriate position of the test apparatus, i.e. horizontally, and stretched.

The silver wire shall be replaced after each test.

All the conductive parts of the SRCD under test normally earthed in service, including the metal support on which the SRCD is mounted or placed or any metal enclosure (see 9.15.2.1 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_1 limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

The current sensor O_1 is connected on the load side of the SRCD under test.

The voltage sensor O_2 is connected across the supply connections of the SRCD under test.

Unless otherwise stated in the test report, the resistance of the measuring circuits shall be at least 100 Ω per volt of the power-frequency recovery voltage.

SRCDs are supplied on the line side with the rated voltage.

In the case of SRCDs dependent on line voltage, in order to permit the breaking operations to be made, it is necessary either to insert the device T making the short-circuit or an additional short-circuit making device in that position on the load side of the SRCD.

b) Tolerances on test quantities

All the tests concerning the verification of rated making and breaking capacity and of the correct coordination between SRCD and SCPD shall be performed at values of influencing quantities and factors as stated by the manufacturer in accordance with Table 5 of this standard, 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: $+5\%$
 0
- frequency: $\pm 5\%$
- power factor: $0 \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,05 \end{smallmatrix}$
- voltage: $\pm 5\%$ (including power-frequency recovery voltage).

c) Power factor of the test circuit

The power factor of the test circuit (see Table 30) shall be determined according to a recognized method which shall be stated in the test report.

Table 30 – Power factor ranges of the test circuit

Test current I_{cc} A	Corresponding power factor range
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 to 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 to 0,90

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 voltage of the SRCD under test.

NOTE 2 The value of 105 % of the rated 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 SRCD under test 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 9.15.2.4 a), the load connections of the SRCD under test are short-circuited by means of connections C of negligible impedance, the resistors R and the reactors L are 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 both poles and the current curve is recorded through the current sensor O_1 .

Moreover, for the tests of 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 b) and c), the additional resistors R_2 and/or R_3 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 SRCD for test

The SRCD shall be assembled and connected according to the manufacturer's instructions.

SRCDs for flush mounting shall be tested in the appropriate box.

For the opening operation (O) only, a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm thick of a size of 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 $\times$ 200 mm, is fixed and reasonably stretched in a frame, placed at a distance of 20 mm from

- either the maximum projection (tripped or un-tripped position) 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 foil should have the following physical properties:

- density at 23 °C ($0,92 \pm 0,05$) g/cm³;
- melting point 110 °C to 120 °C.

The control mechanism for the switching operations shall simulate, as closely as possible, the normal manual operation.

It shall be verified that the SRCD under test operates correctly on no-load when it is operated under the specified conditions.

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 switch T, with the SRCD under test and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the SRCD under test, both the switch T and the SCPD, if any, being in the closed position, followed by an automatic opening (in the case of a SCPD see 9.15.2.4);
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be 3 min or such longer time as may be required for resetting or renewing the SCPD, if any.

h) Behaviour of the SRCD during tests

During tests, the SRCD under test shall not endanger the operator.

Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and exposed conductive parts, nor operation of the device F.

Where an integral fuse is fitted, it may operate during the test.

i) Condition of the SRCD after tests

After each of the applicable tests, carried out in accordance with 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b), and 9.15.2.4 c), the SRCD under test shall show no damage impairing its further use and the polyethylene foil shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

The SRCD shall be capable, without maintenance, of

- complying with the requirements of 9.13.2 but at a voltage equal to twice its rated voltage, for 1 min without previous humidity treatment;
- making and breaking its rated current at its rated voltage.

Under the test conditions of 9.8.3.2 a), the SRCD shall trip at a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

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

This test does not apply to SRCDs classified according to 4.9 c) 2).

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

The test shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the test shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

a) Test conditions

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

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

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 resistance R_2 , the following sequence of operation is performed:

CO – t – CO – t – CO

9.15.2.3 Verification of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

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

The test shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the test shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

a) Test conditions

The SRCD shall be tested according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external 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 resistors R_3 are not used, the circuit being left open.

The current path which does not carry the residual short-circuit current is connected to the supply voltage at its line terminal. For SRCDs classified according 4.1.1 and fitted with an FE, the FE is connected and the supply neutral is not connected.

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

The switch S_1 remains closed.

The test is performed on each pole excluding the pole marked N, if any.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

For the breaking operation, the switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $(45 \pm 5)^\circ$.

9.15.2.4 Verification of the coordination between the SRCD and the SCPD

This test does not apply to SRCDs classified according to 4.9 c) 2).

These tests are intended to verify that the SRCD protected by the SCPD is able to withstand, without damage, short-circuit currents up to its rated conditional short-circuit current (see 5.3.1.2 and 5.3.1.3).

The tests shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the tests shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

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

During the test either the SRCD or the SCPD or both may open. However, if only the SRCD opens, the test is also considered as satisfactory.

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

The following tests are made under the general conditions of 9.15.2.1:

- a test made without establishing any residual current to verify that up to the rated conditional short-circuit current I_{nc} , the SCPD protects the SRCD in accordance with a) below;
- a test made without establishing any residual current to verify that at a short-circuit current corresponding to the rated making and breaking capacity I_m , the SCPD operates and protects the SRCD, in accordance with b) below);
- a test to verify 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 SRCD is able to withstand the corresponding stresses, due to the protection by the SCPD, in accordance with c) below).

For the breaking operations, the switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $(45 \pm 5)^\circ$.

a) Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SRCD under test and by the SCPD.

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 SRCD under test and by the SCPD.

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 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

1) Test conditions

The SRCD shall be connected in such a manner that the short-circuit current is a residual current.

The test is performed on each pole excluding the pole marked N, if any.

The current path which does not carry the residual short-circuit current is connected to the supply at the line terminal.

Connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SRCD under test and by the SCPD.

Switch S_1 remains closed.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.15.3 Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1

Compliance is checked according to Clause 20 of IEC 60884-1:2002 but at the rated voltage of the RCD part.

9.16 Verification of clearances of the SRCD with the impulse withstand voltage test

If the measurement of clearances of item 2, 3 and 4, Table 6, shows a reduction of the required length this test applies. This test is carried out immediately after verification made in 9.13 (measurement of the insulation resistance and dielectric properties).

NOTE 1 The measurement of the clearances can be replaced by this test.

The test is carried out on an SRCD wired as in normal use and in the closed position.

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

- ±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 being at least 1 s for impulses of the same polarity and being at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

When performing the impulse voltage test on complete SRCD, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It needs to be assured that the required value of the test voltage is applied across the terminals of the equipment under test.

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

NOTE 2 For the verification of clearances within the basic insulation, on complete SRCD, a very low impedance of the generator is needed for the test. For this purpose, a hybrid generator with a virtual impedance of 2 Ω is appropriate if internal components are not disconnected before testing. However, in any case, a measurement of the correct test voltage directly at the clearance is required.

The shape of the impulses is adjusted with the SRCD under test connected to the impulse generator. For this purpose appropriate voltage dividers and voltage sensors shall be used. It is recommended to disconnect surge protective components before testing.

NOTE 3 For SRCDs with incorporated surge arresters that cannot be disconnected, the shape of the impulses is adjusted without connection of the SRCD to the impulse generator.

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.

A first series of tests is made, the impulses being applied between the two poles of the SRCD. The test impulse voltage values shall be chosen in Table 31. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out.

Table 31 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage between poles

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ a.c. peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 ^a	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4

^a Values for product intended to be used with a 120 V rated voltage only.

A second series of tests is made, the impulses being applied between the metal support connected together with the terminals intended for the protective conductor and the poles connected together. The test impulse voltage values shall be chosen in Table 32. These values are corrected for barometric and/or altitude pressure at which the tests are carried out.

**Table 32 – Test voltage for verification of impulse
withstand voltage with the metal support**

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ a.c. peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
3	3,5	3,5	3,4	3,2	3
5	6,2	6	5,8	5,6	5

^a Values for product intended to be used with a 120 V rated voltage only.

If the SRCD trips during one test, it shall be re-closed before the next one.

No unintentional disruptive discharge shall occur.

If, however, only one such disruptive discharge occurs, 10 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 unless those intentionally foreseen by design (see NOTE 2).

NOTE 4 The expression "unintentional 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.

NOTE 5 Intentional disruptive discharges cover discharges of any incorporated surge suppressing device.

The shape of the impulses is adjusted with the SRCD 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.

9.17 Mechanical and electrical endurance

9.17.1 Normal operation of socket-outlets of the SRCD

For SRCDs classified in accordance with 4.2.1, the tests of Clause 21 of IEC 60884-1:2002, are applied but at the rated voltage of the SRCD.

For SRCDs classified in accordance with 4.2.2, the socket-outlet shall comply with IEC 60884-1.

9.17.2 Test of the RCD part of the SRCD

The tests are made on new samples.

The SRCD is connected as in normal use, at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C and according to the manufacturer's instructions.

SRCDs classified according to 4.2.1 are tested using a plug fitted with 1 m of flexible conductors according to Table 33.

For multiple socket-outlets, the test is carried out on each socket-outlet in turn or on the most critical socket-outlet, when this is obvious.

Table 33 – Cross-sectional area for test conductors

Rated current of the SRCD A	Nominal cross-sectional area mm ²	
	Flexible conductors for test plug and terminals of SRCDs	Rigid conductors (solid or stranded) for the fixed test socket-outlet
Up to and including 10	1	1,5
Above 10 up to and including 16	1,5	2,5
Above 16 up to and including 20	2,5	4
Above 20 up to and including 32	4	6
NOTE For AWG copper conductors, see Annex C.		

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 15. During the tests, no maintenance or dismantling of the sample is allowed.

Endurance tests are made at the rate of four operating cycles per minute, the ON period having a duration of 1,5 s to 2 s.

9.17.2.1 Test procedure for on-load test

The test is made 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 sine-wave form and the power factor shall be between 0,85 and 0,9.

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

The SRCD shall be operated as for normal use.

The opening operations shall be carried out as follows.

- The first 500 operations are carried out by using the manual operating means, if any.
- The following 750 operations are carried out by passing a residual operating current of $I_{\Delta n}$ through one pole. For SRCDs classified according to 4.1.1 and fitted with a FE, 250 of these operating cycles are carried out with the neutral disconnected.
- For SRCDs opening automatically in the event of failure of the line voltage, classified according to 4.1.2, 250 operations are made by interrupting the supply neutral.
- The remaining operations up to a total of 2 000 are carried out by using the test device.

9.17.2.2 Test procedure for off-load test

Following the test of 9.17.2.1, the SRCD is subjected without load, using the manual operating means, to 2 000 operating cycles.

NOTE For SRCDs without manual operating means, their test device is used for opening operations and the reset device for closing operations.

9.17.2.3 Condition of the SRCD after the tests

Following the tests of 9.17.2.1 and 9.17.2.2, the SRCD shall not show during inspection:

- undue wear;
- damage of the enclosure permitting access to live parts by the standard gauge of Figure 20;
- loosening of electrical or mechanical connections;
- seepage of the sealing compound, if any.

Under the test condition of 9.8.3.3 the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made without measurement of break time.

The SRCD shall then perform satisfactorily for the dielectric strength test specified in 9.13.2, but at a voltage equal to 900 V for 1 min and without previous humidity treatment.

9.18 Resistance to mechanical shock

9.18.1 General

SRCDs, surface mounting boxes and screwed glands shall have adequate mechanical strength so as to withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the appropriate tests of 9.18.1 to 9.18.5 as follows:

- for all kinds of fixed SRCD 9.18.2;
- for fixed SRCD with a base intended to be mounted directly on a surface 9.18.3;
- for screwed glands of accessories having an IP code higher than IP20 9.18.4;
- for shuttered socket-outlets in an SRCD 9.18.5;
- for surface-type mounting boxes 9.18.2.

9.18.2 Impact test apparatus

The specimens are subjected to blows by means of an impact test apparatus as shown in Figures 21, 22, 23 and 24.

The striking element has a hemispherical face of 10 mm radius, made of polyamide having a Rockwell hardness of HR between 85 and 100, and a mass of (150 ± 1) g.

It 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 $(1\,000 \pm 1)$ mm above the axis of the striking element.

The Rockwell hardness of the polyamide striking element is determined by using a ball having a diameter of $(12,700 \pm 0,002\,5)$ mm, the initial load being (100 ± 2) N and the extra load $(500 \pm 2,5)$ N.

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

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

The specimens are mounted on a sheet of plywood, 8 mm nominal thickness and approximately 175 mm², secured at its top and bottom edges to a rigid bracket which is part of the mounting support.

The mounting support shall have a mass of (10 ± 1) kg and shall be mounted on a rigid frame by means of pivots. The frame is fixed to a solid wall.

The design of the mounting is such that

- the specimen can be placed in such a way that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot,
- the specimen can be moved horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood,
- the plywood can be turned 60° in both directions about a vertical axis.

Surface type SRCD and surface mounting boxes are mounted on the plywood as in normal use. Inlet openings which are not provided with knock-outs are left open; if they are provided with knock-outs, one of them is opened.

Flush-type SRCD are mounted in a recess provided in a block of hornbeam or material having similar mechanical characteristics, which is fixed to a sheet of plywood, and not in its relevant mounting box.

If wood is used for the block, the direction of the wood fibres shall be perpendicular to the direction of impact.

Flush-type screw fixing SRCD shall be fixed by means of screws to lugs recessed in the hornbeam block. Flush-type claw fixing SRCD shall be fixed to the block by means of the claws.

Before applying the blows, fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15.

The specimens are mounted so that the point of impact lies in a vertical plane through the axis of the pivot.

The striking element is allowed to fall from a height specified in Table 34.

Table 34 – Height of fall for impact tests

Height of fall mm	Parts of enclosures subjected to impact	
	SRCD having IP code IPX0	SRCD having an IP code higher than IPX0
100	A and B	Operating means
150	C	A and B
200	D	C
250	–	D
A Parts on the front surface, including the parts which are recessed. B Parts which do not project more than 15 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, with the exception of parts specified in A. C Parts other than those specified in A which project more than 15 mm and not more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use. D Parts other than those specified in A which project more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use.		

The mounting surface is applied on all parts of the specimen, with the exception of those specified in A.

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 axes of the steel tube of the pendulum and the striking element, perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

The specimens are subjected to blows, which are evenly distributed. The blows are not applied to knock-out areas or to any openings covered by a transparent material.

The following blows are applied:

- two blows to the operating means of the RCD part;
- for parts specified in A, five blows (see Figure 27a and Figure 27b):
 - one blow to the centre,
 - one blow on each of the two most unfavourable points between the centre and the edges, after the specimen has been moved horizontally,
 - one blow on similar points, after the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood;
- for parts specified in B (as far as applicable), C and D, four blows:
 - one blow is applied on one of the sides of the specimen where the blow can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis (see Figure 27c);
 - one blow on the opposite side of the specimen where blows can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis, in the opposite direction (see Figure 27c).

After the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood sheet:

- one blow is applied on one of the sides of the specimen where the blow can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis (see Figure 27d);

- one blow on the opposite side of the specimen where blows can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis in the opposite direction (see Figure 27d).

If inlet openings are provided, the specimen is mounted in such a way that the two lines of blows are, as closely as possible, equidistant from these openings.

Cover-plates and other covers of multiple SRCD are treated as though they were the corresponding number of separate covers, but only one blow is applied to any one point.

For SRCD having an IP code higher than IPX0, the test is made with the lids, if any, closed and, in addition the appropriate number of blows is applied to those parts which are exposed when the lids are open.

After the test, the specimen shall show no damage within the meaning of this standard. In particular, live parts shall not become accessible.

After the test on a lens (window for pilot lights) the lens may be cracked and/or dislodged, but it shall not be possible to touch live parts with

- the test probe B of IEC 61032:1997, is applied in every possible position, an electrical indicator with a voltage between 40 V and 50 V being used to show contact with the relevant parts.
- the test probe 11 of IEC 61032:1997 under the conditions stated as above, but with a force of 10 N;
- the steel wire of Figure 20 applied with a force of 1 N, for accessories with increased protection.

In case of doubt, it is verified that it is possible to remove and replace external parts such as boxes, enclosures, covers and cover-plates, without these parts or their insulating lining being broken.

If a cover-plate backed by an inner cover is broken, the test is repeated on the inner cover, which shall remain unbroken.

NOTE 2 Damage to the finish, small dents which do not reduce creepage distances or clearances below the value specified in Table 6 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or harmful ingress of water are neglected.

Cracks not visible with normal or corrected vision, without additional magnification, and surface cracks in fibre-reinforced mouldings and the like are ignored.

Cracks or holes in the outer surface of any part of the accessory are ignored if the accessory complies with this standard even if this part is omitted. If a decorative cover is backed by an inner cover, fracture of the decorative cover is ignored if the inner cover withstands the test after removal of the decorative cover.

9.18.3 Surface type SRCD

The bases of surface type SRCD are first fixed to a cylinder of rigid steel sheet, having a radius equal to 4,5 times the distance between fixing holes but, in any case, no less than 200 mm. The axes of the holes are in a plane perpendicular to the axis of the cylinder and parallel to the radius through the centre of the distance between the holes.

The fixing screws of the base are gradually tightened, the maximum torque applied being 0,5 Nm for screws having a thread diameter up to and including 3 mm and 1,2 Nm for screws having a larger thread diameter.

The bases of SRCD are then fixed in a similar manner to a flat steel sheet. During and after the tests, the bases of SRCD shall show no damage impairing their further use.

9.18.4 Screwed glands

Screwed glands are fitted with a cylindrical metal rod having a diameter, in millimetres, equal to the nearest whole number below the internal diameter, in millimetres, of the packing. The glands are then tightened by means of a suitable spanner, the torque shown in Table 35 being applied for 1 min.

Table 35 – Torque test values for glands

Diameter of test rod mm	Torque Nm	
	Metal glands	Glands of moulded material
Up to and including 14	6,25	3,75
Above 14, up to and including 20	7,5	5,0
Above 20	10,0	7,5

After the test, the glands and the enclosures of the specimens shall show no damage within the meaning of this standard.

9.18.5 Shuttered SRCDS

Shuttered SRCDS shall have the shutter so designed that it withstands the mechanical force which may be expected in normal use, for example when a pin of a plug is inadvertently forced against the shutter of a socket-outlet entry hole.

Compliance is checked by the following tests, which are carried out on specimens which have been submitted to the test according to 9.8.

One pin from a plug of the same system is applied for 1 min with a force of 40 N against the shutter of an entry hole in a direction perpendicular to the front surface of the socket-outlet.

For shutters provided as the only means to prevent single pole insertion, the force shall be 75 N instead of 40 N.

Where the socket-outlet is designed to accept plugs of different types, the test is made with a pin from a plug with the largest size pin.

The pin shall not come in contact with live parts.

An electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

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

NOTE Small dents on the surface which do not adversely affect further use of the socket-outlet are ignored.

9.19 Reliability

Compliance is checked by the tests of 9.19.1 and 9.19.2.

9.19.1 Climatic test

9.19.1.1 Test chamber

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 shall not be used again until it has been purified. 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 $7,0 \pm 0,2$. During and after the test the resistivity should be not less than 100 Ωm and the pH value should remain within $7,0 \pm 1,0$.

9.19.1.2 Severity

The cycles are effected under the following conditions:

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

9.19.1.3 Testing procedure

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

a) Initial verification

An initial verification is made by submitting the SRCD to the test according to 9.8.3.3, but only at $I_{\Delta n}$.

b) Conditioning

1) The SRCD connected as for normal use is introduced into the chamber.

SRCDs shall be supplied at rated voltage or, in the case of more than one rated voltage, at any one rated voltage. They shall be in the closed position.

2) Stabilizing period (see Figure 25)

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

- either by placing the SRCD in a separate chamber before introducing it into the test chamber;
- or by adjusting the temperature of the test chamber to $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ after the introduction of the SRCD 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 5).

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

3) Description of the 24 h cycle (see Figure 25)

- i) The temperature of the chamber shall be progressively raised to the appropriate upper temperature prescribed in 9.19.1.2. 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 of Figure 25.

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

NOTE The fact that condensation occurs implies that the surface temperature of the SRCD is below the dew point of the atmosphere. This means that the relative humidity has to be 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 prescribed limits of ± 2 °C for the upper temperature, for 12 h $\pm$ 30 min from the beginning of the cycle.

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

Condensation shall not occur on the SRCD during the last period of 15 min.

- iii) The temperature shall then fall to (25 ± 3) °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 25, it would result in a temperature of (25 ± 3) °C being attained in 3 h $\pm$ 15 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 ± 3) °C with a relative humidity not less than 95 %, until the 24 h cycle is completed.

9.19.1.4 Recovery

At the end of the cycles, the SRCD shall not be removed from the test chamber.

The door of the test chamber shall be opened and the temperature and humidity regulation is stopped.

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

During the 28 cycles, the SRCD shall not trip.

9.19.1.5 Final verification

Under the conditions of tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{cn}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

9.19.2 Test with temperature of 40 °C

The SRCD is placed as for normal use on a dull black painted plywood support, about 20 mm thick.

For each pole, a single-core cable, 1 m long and having a nominal cross-sectional area as specified in Table 15 is connected on each side of the SRCD, the terminal screws or nuts being tightened by a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15. The assembly is placed in a heating cabinet.

The SRCD is loaded with a current equal to the rated current at any convenient voltage and is subjected, at a temperature of (40 ± 2) °C, to 28 cycles, each cycle comprising 21 h with current passing and thereafter 3 h without current. The current is interrupted by a switch, the SRCD being not operated.

SRCDs are supplied at the rated voltage or, in the case of more rated voltages, at the highest rated voltage (an example of a circuit is given in Figure 11).

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 50 K.

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

Under the conditions of tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break time.

NOTE An example of a test circuit for this verification is given in Figure 11.

9.20 Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD

9.20.1 Protection against electric shock

9.20.1.1 General

The SRCD is installed, including any specified cover plate, and connected as for normal use and fitted with conductors of the smallest cross-sectional areas and the test is then repeated using conductors of the largest cross-sectional areas, as specified in Table 16.

For the SRCD, the standard test finger shown in Figure 1 is applied in every possible position.

For the plug portion, the test finger is applied in every possible position when the plug is in partial or complete engagement with a socket-outlet.

An electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

For SRCDs where the use of elastomeric or thermoplastic material is likely to influence the requirement, the test is repeated but at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the SRCD being at this temperature.

During this additional test, SRCDs are subjected for 1 min to a force of 75 N, applied through the tip of a straight enjoined test finger of the same dimensions as the standard test finger. This finger, with an electrical indicator as described above, is applied to all places where yielding of the insulating material could impair the safety of the SRCD.

During this test, the SRCDs shall not deform to such an extent that those dimensions shown in the relevant standard sheets which ensure safety are unduly altered and no live part shall be accessible by the standard test finger (see Figure 1).

15 min after removal of the test apparatus the sample shall not show such deformation as would result in undue alteration of those dimensions, shown in the relevant standard sheets, which ensure safety.

9.20.1.2 Additional tests for SRCDs incorporated in a fixed socket-outlet

9.20.1.2.1 SRCDs are tested with a plug completely withdrawn, by applying a steel gauge, as shown in Figure 20, with a force up to 1 N and with three independent straight movements applied in the most unfavourable conditions, withdrawing the gauge after each movement.

The socket-outlet part with a plug partially inserted is checked with the standard test finger (see Figure 1). For SRCDs with enclosures or bodies of thermoplastic material, the test is made at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, both the SRCD and the gauge being at this temperature.

9.20.1.2.2 The socket-outlet part is placed in such a position that its engagement surface is in the horizontal position. A test plug, corresponding to the type of socket-outlet, is inserted into the socket-outlet with a force of 150 N which is applied for 1 min.

For verification of the resistance between the earthing terminal and the accessible metal part, a current of 1,5 times rated current or 25 A, whichever is the greater, derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V, is passed between the earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the earthing terminal and the accessible metal part is measured and the resistance is calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,05 Ω .

NOTE Care should be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

9.20.2 Degree of protection IP of the SRCD

The degrees of protection shall be verified by the relevant tests in IEC 60529.

9.21 Resistance to heat

9.21.1 General

The tests are made according to 9.21.2, 9.21.3 and 9.21.4, as applicable.

The tests of 9.13.2 and 9.13.3 are not made on parts of ceramic material.

If two or more of the insulating parts referred to in 9.21.2 and 9.21.3 are made of the same material, the test is carried out only on any one of these parts, according to 9.21.2 or 9.21.3 as applicable.

9.21.2 Conditioning

The samples, without removable covers, if any, are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Removable covers, if any, are kept for 1 h in the heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

During the test, they 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 not accessible in normal use, even if the standard test finger is applied with a force not exceeding 5 N.

Under the test conditions of 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is made, on one pole taken at random, without measurement of break time.

After the test, the marking shall still be legible.

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

9.21.3 External parts of SRCDs

External parts of SRCDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts or parts of the protective circuit and parts retaining the terminals or terminations in position are subjected to a ball pressure test by means of the apparatus shown in Figure 26.

Parts of the front surface zone of thermoplastic material of 2 mm width surrounding the phase and neutral pins entry holes of socket-outlets are also to be subjected to this test.

The part under test shall be placed on a steel plate at least 3 mm thick and in direct contact with it.

The part is placed on the steel support with the appropriate surface to be tested in the horizontal position. A steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The test load and the supporting means shall be placed within the heating cabinet for a sufficient time to ensure that they have attained the stabilized test temperature before the test commences.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After 1 h, the ball is removed from the sample which is then immersed 10 s in cold water to cool it to approximately room temperature.

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

9.21.4 External Insulating parts

External parts of SRCDs made of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, even though they are in contact with them, are subjected to a ball pressure test in accordance with 9.21.2, but the test is made at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rise determined for the relevant part during the test of 9.11, whichever is higher.

9.22 Resistance to abnormal heat and to fire – Glow-wire test

The test is performed according to Clauses 4 to 8 of IEC 60695-2-10:2000 under the following conditions:

- for parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, by the test made at a temperature of $850 ^\circ\text{C}$;
- for parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, even though they are in contact with them, by the test made at a temperature of $650 ^\circ\text{C}$.

If the tests specified have to be made at more than one place on the same sample, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests does not affect the result of the test to be made.

Small parts according to IEC 60695-2-11, 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 where 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 (see Figure 28 for diagrammatic representation).

The tests are not made on parts of ceramic material.

The test is made on one sample.

In case of doubt, the test shall be repeated on two further samples.

The test is made by applying the glow-wire once.

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).

The tip of the glow-wire shall be applied to the specified surface of the sample taking into account the conditions of the intended use under which a heated or glowing element may come into contact with the sample.

The sample is considered as having passed the glow-wire test if one of the following conditions is met:

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

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

9.23 SRCDs with overcurrent protection

These tests do not apply to SRCDs classified according to 4.9 a) and 4.9 b).

9.23.1 Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions

These tests are made to verify that SRCDs classified according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2) comply with the requirements of 8.11.2.

The tests may be carried out at any convenient voltage.

For SRCDs requiring a supply voltage for this test, the circuit of Figure 11 may be used to provide any convenient supply voltage.

9.23.1.1 Test of time-(over)current characteristic

- a) A current equal to $1,13 I_n$ (conventional non-tripping current) is passed for the conventional time (see 8.11.3) through the two poles, starting from cold (see Table 10).

The SRCD shall not trip.

The current is then steadily increased within 5 s to $1,45 I_n$ (conventional tripping current).

The SRCD shall trip within the conventional time.

- b) A current equal to $2,55 I_n$ is passed through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 1 s nor more than 60 s.

9.23.1.2 Test of instantaneous tripping characteristic (only for SRCD according to 4.9 c) 2)

- a) For SRCDs of the B-type tripping

A current equal to $3 I_n$ is passed simultaneously through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 0,1 s.

A current equal to $5 I_n$ is then passed simultaneously through the two poles, again starting from cold.

The SRCD shall trip in a time less than 0,1 s.

- b) For SRCDs of the C-type tripping

A current equal to $5 I_n$ is passed simultaneously through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 0,1 s.

A current equal to $10 I_n$ is then passed simultaneously through the two poles, again starting from cold.

The SRCD shall trip in a time less than 0,1 s.

9.23.1.3 Test of effect of ambient temperature on the tripping characteristic

Compliance is checked by the following tests.

- a) The SRCD is placed in an ambient temperature of $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ below the ambient air reference temperature until it has attained steady-state temperature.

A current equal to $1,13 I_n$ (conventional non-tripping current) is passed through all poles for the conventional time. The current is then steadily increased within 5 s to $1,9 I_n$.

The SRCD shall trip within the conventional time.

- b) The SRCD is placed in an ambient temperature of $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ above the ambient air reference temperature until it has attained steady-state temperature.

A current equal to I_n is passed through all poles.

The SRCD shall not trip within the conventional time.

9.23.2 Short-circuit tests for SRCDs according to 4.9 c) 2)

These tests are intended to verify that the SRCD according to 4.9 c) 2) is able to withstand without damage short-circuit currents up to its rated short-circuit capacity (see 5.3.2).

The tests shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the tests shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

9.23.2.1 Test at 1 500 A

- a) Test conditions

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

The connections G1 of negligible impedance are replaced by the SRCD.

Switch S_1 remains open. No residual current is established.

- b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – CO – t – CO – t – CO

For the "O" operations, switch A is synchronized with respect to the voltage wave so that the six points of initiation for the opening operations are equally distributed over the half-wave. The synchronization tolerance shall be $\pm 5^\circ$.

9.23.2.2 Test at rated short-circuit capacity (I_{cn})

This test applies only for SRCDs with a rated short-circuit capacity higher than 1 500 A.

a) Test conditions

The test circuit is calibrated according to 9.15.2.1 but with the power factor between 0,85 and 0,90.

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

The connections G1 of negligible impedance are replaced by the SRCD.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – O – t – CO

For the "O" operations, the switch A is synchronized with respect to the voltage wave so that the circuit is closed at the point 0° on the wave for the "O" operation on the first sample.

This point is then shifted by 45° for the second "O" operation on the first sample; for the second sample, the two "O" operations shall be synchronized at 15° and 60° and for the third sample at 30° and 75°.

The synchronization tolerance shall be $\pm 5^\circ$.

9.23.3 Condition of the SRCD after tests

After each of the applicable tests, carried out in accordance with 9.23.1 and 9.23.2 the SRCD under test shall show no damage impairing its further use and the polyethylene foil shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

The SRCD shall be capable, without maintenance, of

- complying with the requirements of 9.13.2 but at a voltage equal to twice its rated voltage, for 1 min without previous humidity treatment,
- making and breaking its rated current at its rated voltage.

Moreover, SRCD shall not trip when a current equal to 0,85 times the conventional non-tripping current is passed through all poles for the conventional time, starting from cold.

At the end of this verification, the current is steadily increased within 5 s to 1,1 times the conventional tripping current.

The SRCD shall trip within 1 h.

9.24 Verification of ageing of electronic components

The SRCD is placed for a period of 168 h in an ambient temperature of $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ and loaded with the rated current. The voltage on the electronic parts shall be 1,1 times the rated voltage.

After this test, the SRCD 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 tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break time.

NOTE An example for the test circuit of this verification is given in Figure 11.

9.25 Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltage conditions

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 test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and the same frequency as U_n .

The test voltage is applied on the supply side of the SRCD.

Verification is carried out according to the following series a), b) and c) of tests on different samples, each test being performed on one sample only.

- a) The SRCD being in the closed position, a test voltage of 1 200 V is applied for 5 s according to Figure 29.

FE terminal and frame, if any, shall be connected to the PE.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test, the SRCD shall pass the verification test in d).

- b) The SRCD being in the closed position, a test voltage of 250 V is applied for 1 h according to Figure 29.

The FE terminal and frame, if any, shall be connected to the PE.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test the SRCD shall pass the verification test in d).

- c) The SRCD is supplied by a voltage of $\sqrt{3} \times U_n$ for 1 h.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test, the SRCD shall pass the verification test in d).

- d) After each test, the SRCD is then supplied at rated voltage and closed. The SRCD is then opened with the test device and the SRCD shall show no damage within the meaning of this standard.

Under the test conditions specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

9.26 Verification of the limiting value of FE/PE standing current

9.26.1 Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is connected

With S_1 closed, the SRCD is closed, connected according to Figure 13 and supplied at $1,1 U_n$.

For SRCDs not provided with a pole exclusively intended for the neutral conductor, a second test is performed whereby the phase and the neutral of the supply are reverse connected to the SRCD.

The resistor R_1 shall have a value of $1 \Omega \pm 1 \%$.

The r.m.s. value of the voltage drop across the resistor R_1 is measured and the resulting current in the functional earth connection is calculated and shall not exceed 0,5 mA.

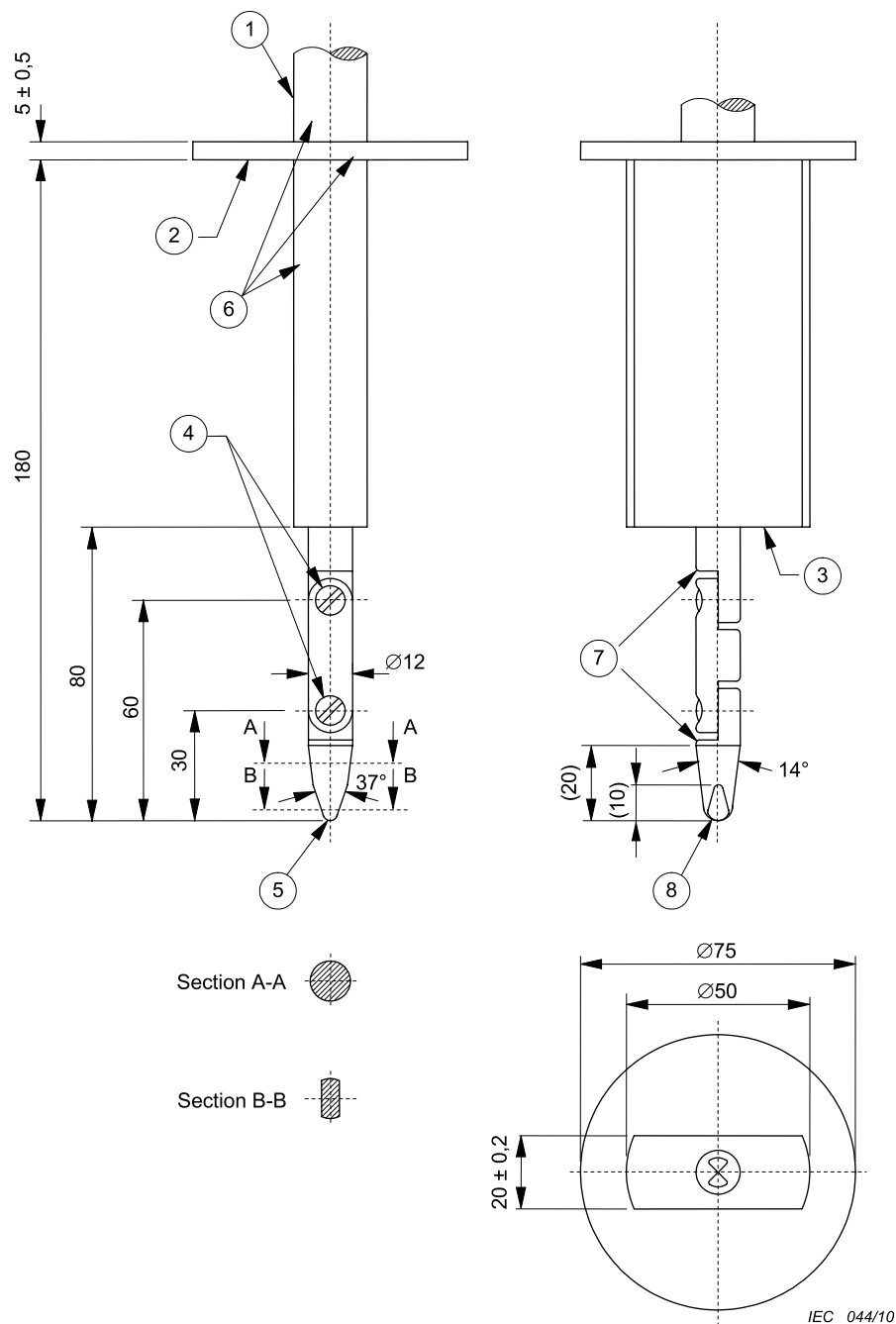
9.26.2 Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is not connected

With S_1 open, the SRCD is closed, connected according to Figure 13 and supplied at $1,1 U_n$.

For SRCDs not provided with a pole exclusively intended for the neutral conductor, a second test is performed whereby the phase and the neutral of the supply are reverse connected to the SRCD.

The resistor R_1 shall have a value of $1 \Omega \pm 1 \%$.

The r.m.s. value of the voltage drop across the resistor R_1 is measured and the resulting current in the functional earth connection is calculated and shall not exceed 2 mA.



Key

- 1 Handle
- 2 Guard
- 3 Stop face
- 4 Joints

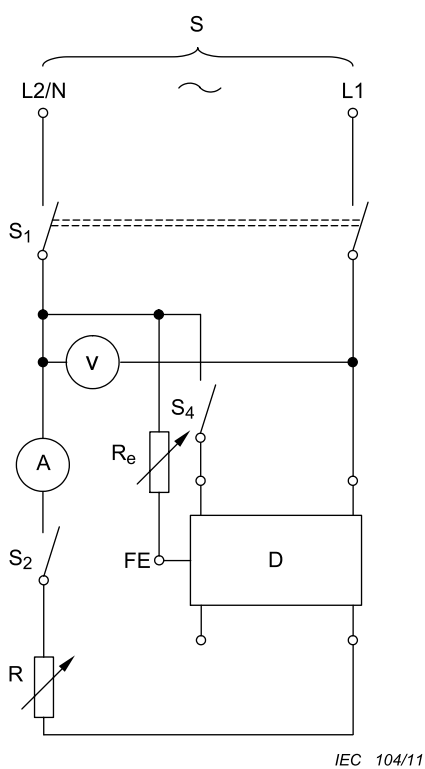
- 5 $R2 \pm 0,05$ cylindrical
- 6 Insulating material
- 7 Chamfer all edges
- 8 $R4 \pm 0,05$ spherical

Material: metal, except where otherwise specified
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 $\begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$.

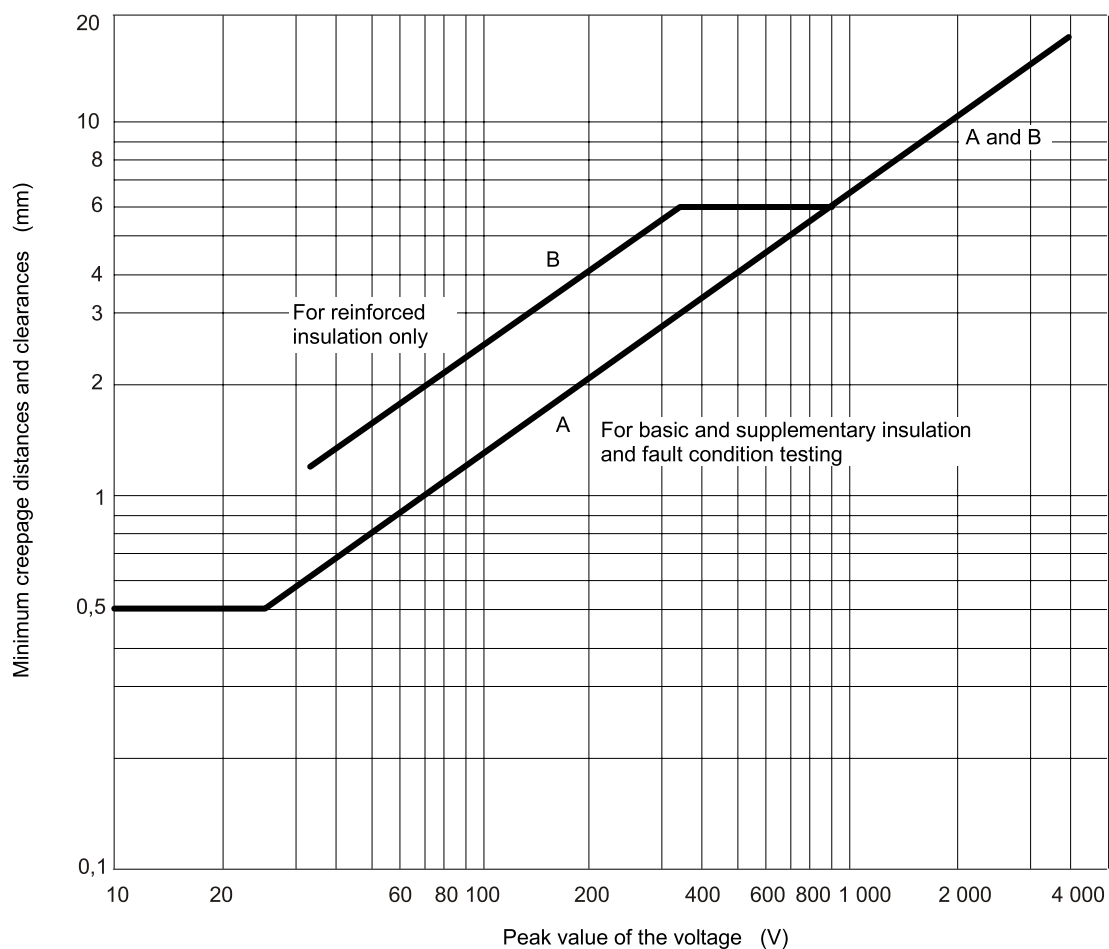
Figure 1 – Standard test finger



Key

S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter
D	SRCD under test
S ₁	Two-pole switch
S ₂ or S ₄	Single-pole switch
R	Variable resistor
R _e	150 Ω resistor
FE	Functional earth

Figure 2 – General test circuit

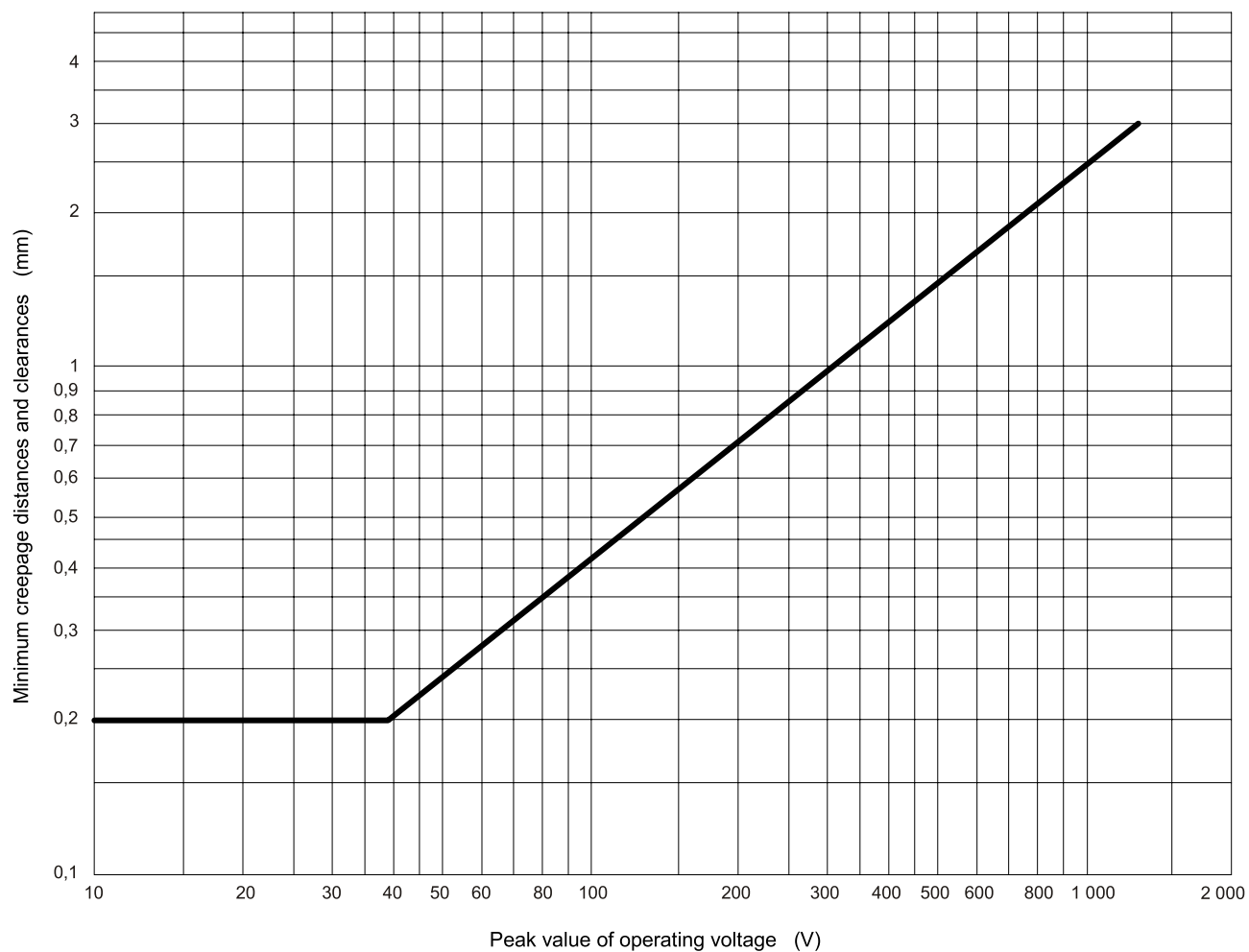


IEC 105/11

For parts conductively connected to the supply mains with voltages in the range of 220 V to 250 V (r.m.s.), the dimensions are equal to those relating 354 V, peak:

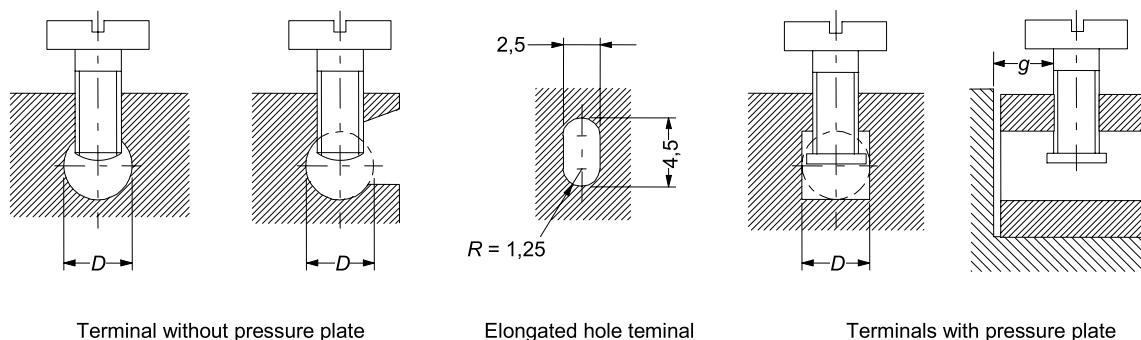
Curve A: 34 V corresponds to 0,6 mm
354 V corresponds to 3,0 mm
Curve B: 34 V corresponds to 1,2 mm
354 V corresponds to 6,0 mm

Figure 3 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage



IEC 106/11

Figure 4 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage



IEC 107/11

Dimensions in millimetres

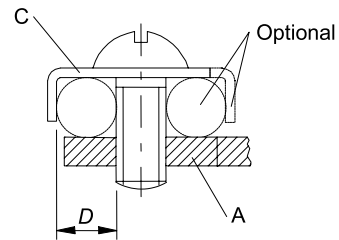
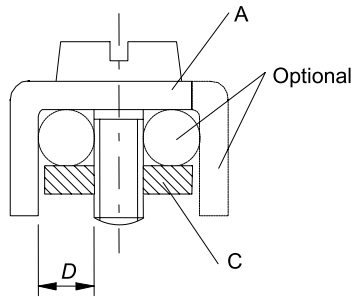
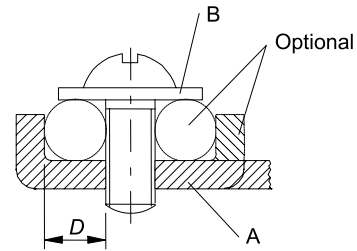
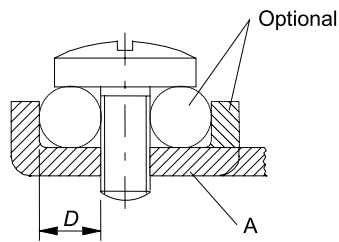
Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> (or minimum dimensions) of conductor space mm	Minimum distance <i>g</i> between clamping screw and end of conductor when fully inserted mm		Torque Nm					
		One screw	Two screws	1 ^a		2 ^a		3 ^a	
				One screw	Two screws	One screw	Two screws	One screw	Two screws
Up to 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
2,5 (circular hole)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (elongated hole)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,8	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5

^a The values specified apply to screws covered by the corresponding columns in Table 6.

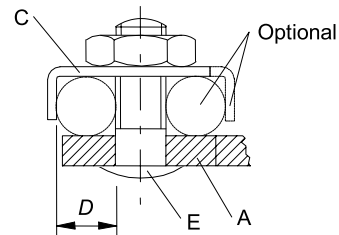
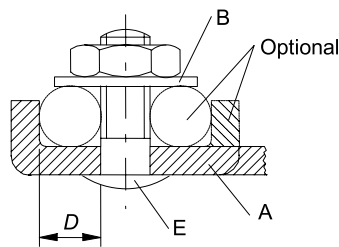
The part of the terminal containing the threaded hole and the part of the terminal against which the conductor is clamped by the screw may be two separate parts, as in the case of terminals provided with a stirrup.

The shape of the conductor space may differ from those shown, provided that a circle with a diameter equal to the minimum specified for *D* or the minimum outline specified for the elongated hole accepting cross-sections of conductors up to 2,5 mm² can be inscribed.

Figure 5 – Pillar terminals



Screw terminals



Stud terminals

IEC 108/11

Key

- A Fixed part
- B Washer or clamping plate
- C Anti-spread device
- D Conductor space
- E Stud

Figure 6a – Screw/stud not requiring washer or clamping plate

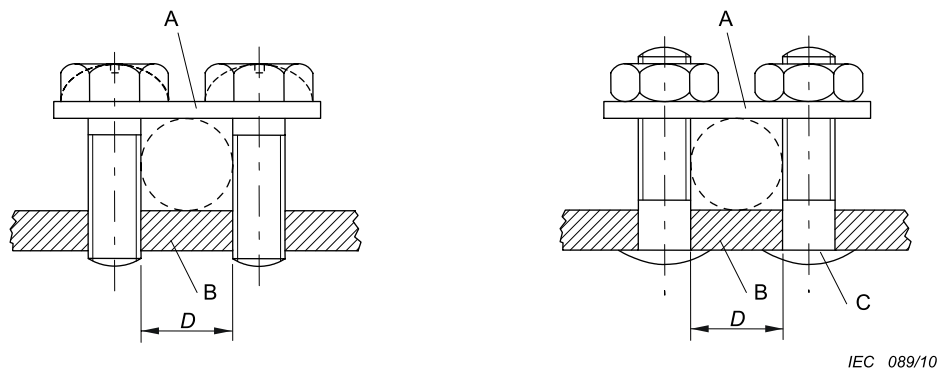
Figure 6b – Screw/stud requiring washer, clamping plate or anti-spread device

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter D of conductor space mm	Torque	
		3 ^a	
		One screw or stud	Two screws or studs
Up to 1,5	1,7	0,5	–
Up to 2,5	2,0	0,8	–
Up to 4	2,7	1,2	0,5

^a The values specified apply to the screws covered by the corresponding columns in Table 6.

The part which retains the conductor in position may be of insulating material provided the pressure necessary to clamp the conductor is not transmitted through the insulating material.
The second optional space for the terminal accepting cross-section of conductors up to 2,5 mm² may be used for the connection of the second conductor when it is required to connect two 2,5 mm² conductors.

Figure 6 – Screw terminals and stud terminals



IEC 089/10

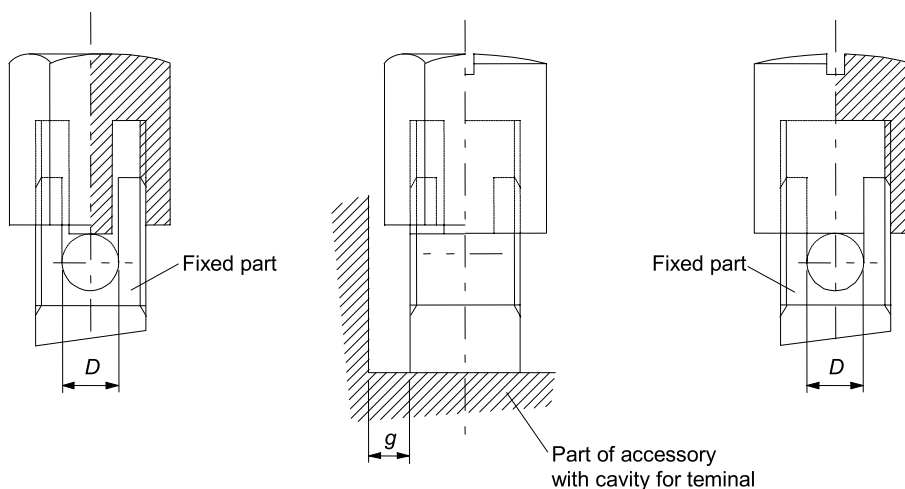
Key

- A Saddle
- B Fixed part
- C Stud
- D Conductor space

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> of conductor space mm	Torque Nm
Up to 4	3,0	0,5

The shape of the conductor space may differ from that shown in this figure, provided that a circle with a diameter equal to the minimum value specified for *D* can be inscribed.
The shape of the upper and lower faces of the saddle may have a different shape to accommodate conductors of either small or large cross-sectional areas by inverting the saddle.

Figure 7 – Saddle terminals



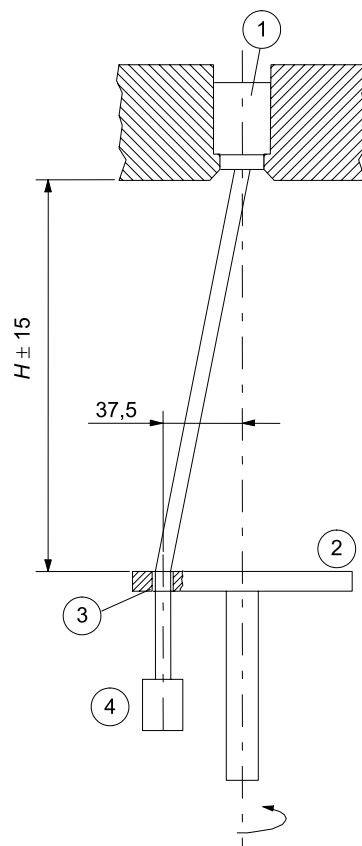
IEC 109/11

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D_a</i> of conductor space mm	Minimum distance <i>g</i> between fixed part and end of conductor when fully inserted mm
Up to 1,5	1,7	1,5
Up to 2,5	2,0	1,5
Up to 4	2,7	1,8

^a The bottom of the conductor space shall be slightly rounded in order to obtain a reliable connection.

NOTE The value of the torque to be applied is that specified in column 2 or 3 of Table 20 as appropriate.

Figure 8 – Mantle terminals



IEC 110/11

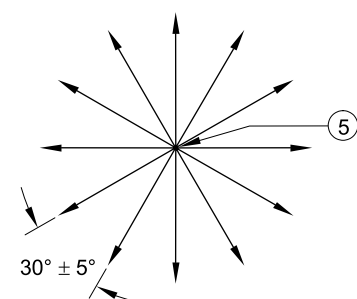
Dimensions in millimetres

Key

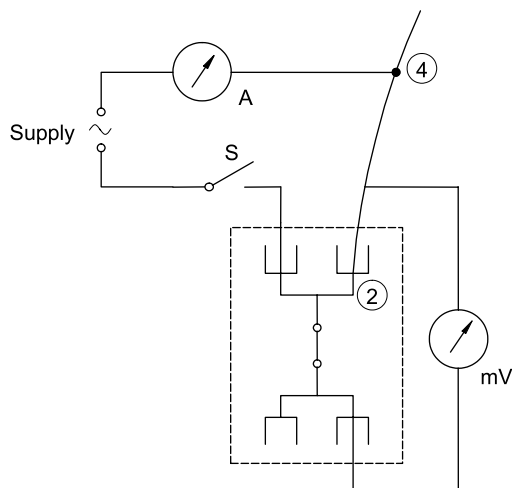
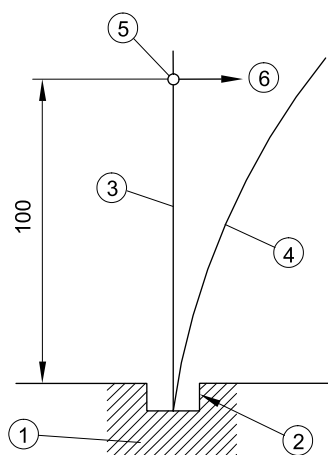
- 1 Terminal
- 2 Platen
- 3 Bushing
- 4 Mass

NOTE Care should be taken that the bushing hole is made in a way which ensures that the force extended to the cable is pure pulling force and that the transmission of any torque to the connection in the clamping means is avoided.

Figure 9 – Arrangement for checking damage to conductors



Directions of application of the forces



IEC 111/11

Dimensions in millimetres

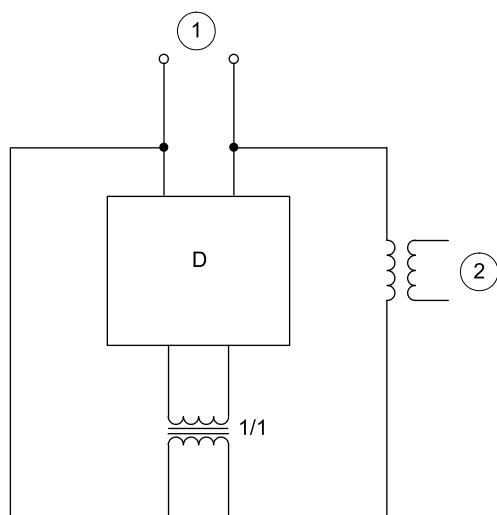
Key

A	Ammeter
mV	Millivoltmeter
S	Switch
1	Specimen
2	Clamping unit under test
3	Test conductor
4	Test conductor, deflected
5	Point of application of the force for deflecting the conductor
6	Deflection force (perpendicular to the straight conductor)

Figure 10a – Principle of the test apparatus for deflection on screwless terminals

Figure 10b – Example of test arrangement to measure the voltage drop during deflection test on screwless terminals

Figure 10 – Information for deflection test

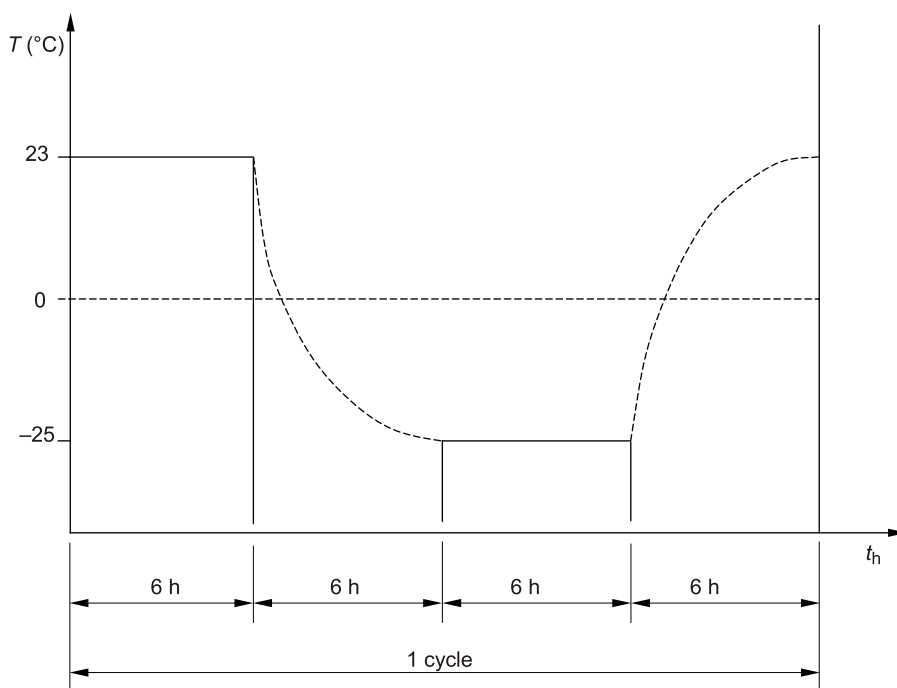


IEC 067/10

Key

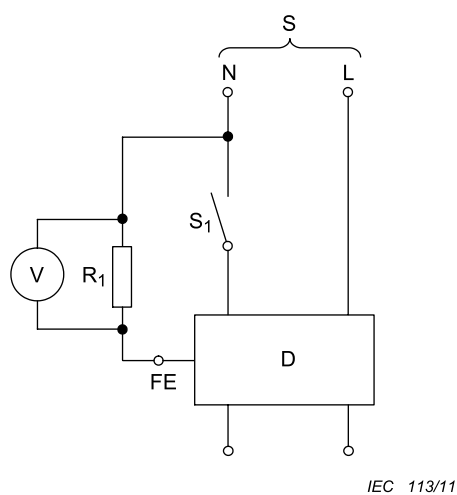
- 1 Supply at 1,1 U_n
- 2 Current supply
- D = SRCD under test

Figure 11 – Example of a test circuit with current and voltage derived from separate sources



IEC 112/11

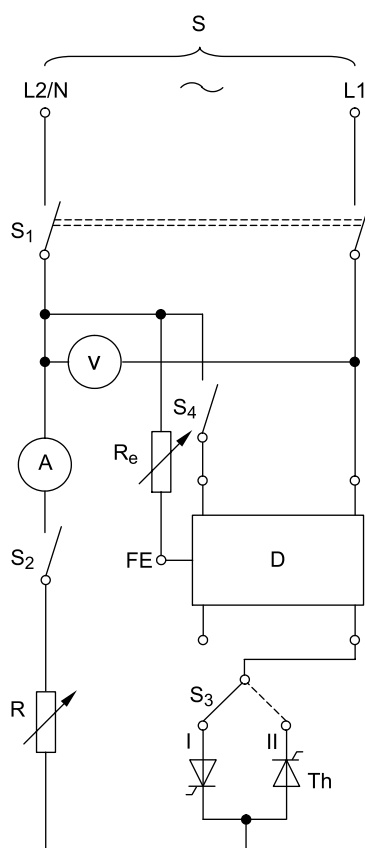
Figure 12 – Test cycle for low temperature test



Key

D	SRCD under test
S	Supply
S ₁	Switch
V	Voltmeter
R ₁	Resistor
FE	Functional earth

Figure 13 – Measurement of the standing FE/PE current

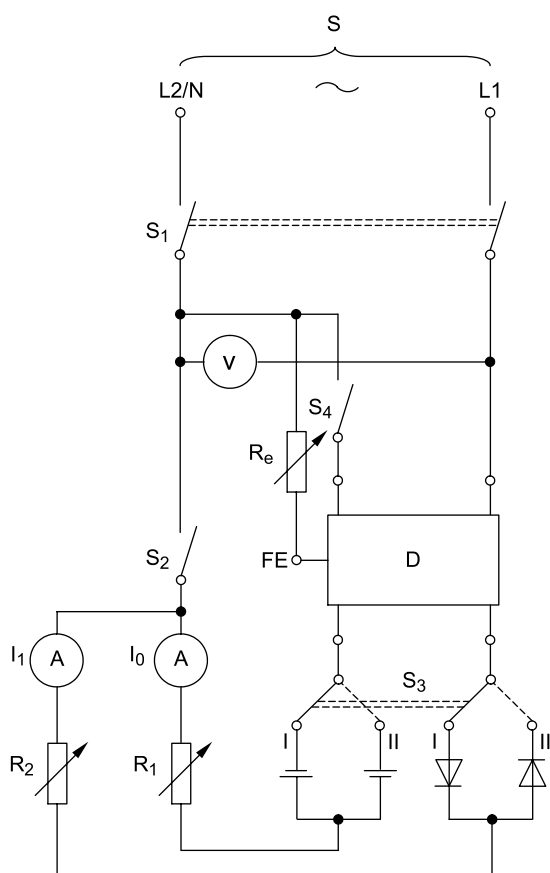


IEC 114/11

Key

S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter (measuring r.m.s. values)
D	SRCD under test
R	Variable resistor
R_e	150 Ω resistor
Th	Thyristor
S_1	Two-pole switch
S_2	Single-pole switch
S_3	One-pole two-way switch
S_4	Single pole switch
FE	Functional earth

Figure 14 – Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents

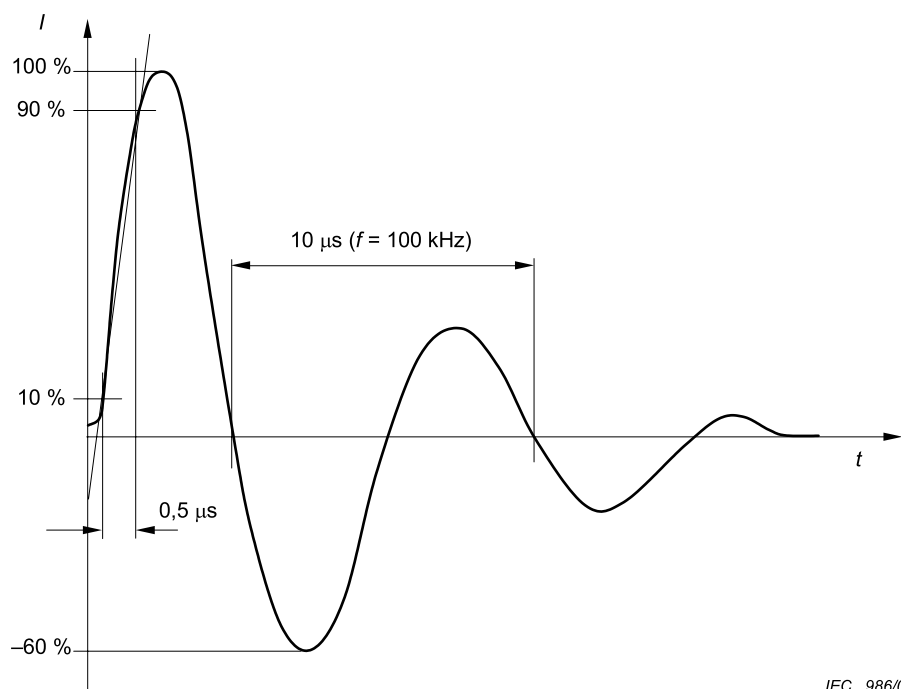


IEC 115/11

Key

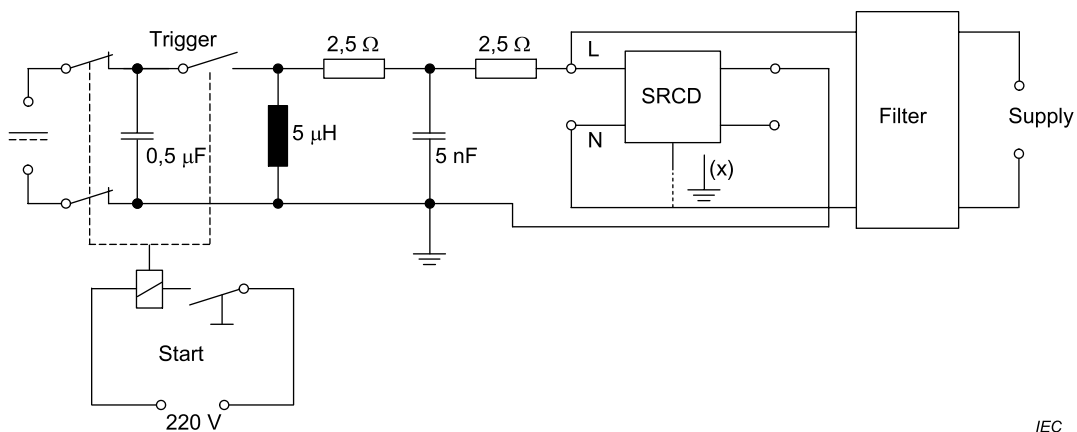
S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter (measuring r.m.s. values)
D	SRC D under test
R_e	Variable resistor
R_1	Variable resistor
R_2	Variable resistor
D_i	Diode
S_1	Two-pole switch
S_2	Single-pole switch
S_3	Two-pole two-way switch
S_4	Single pole switch
FE	Functional earth

Figure 15 – Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current



IEC 986/08

Figure 16 – Damped oscillator current wave 0,5 μs/100 kHz

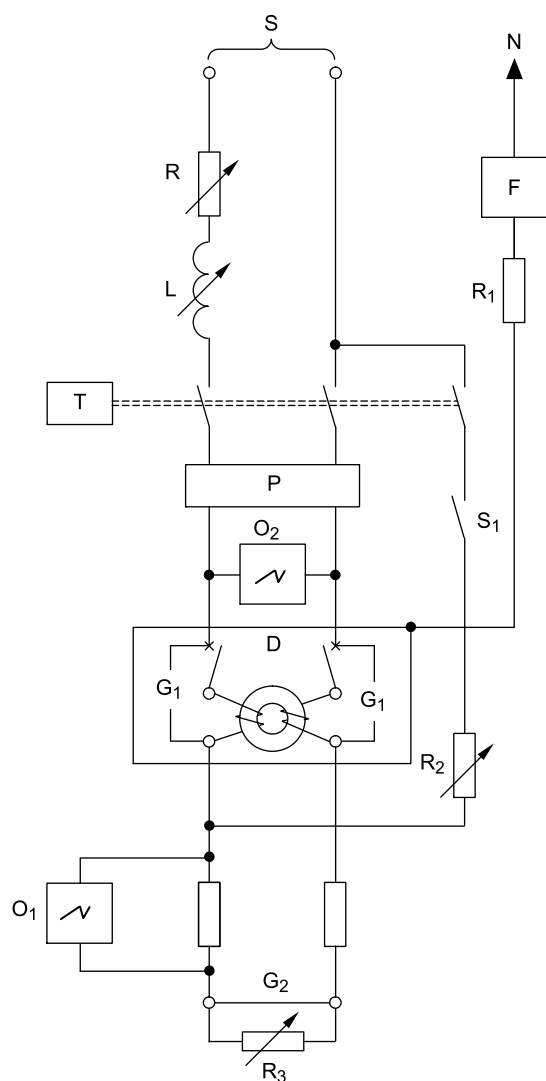


IEC 116/11

Key

(x) Earthing terminal connected to the neutral conductor if marked on the SRCD

Figure 17 – Example of test circuit for the verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs

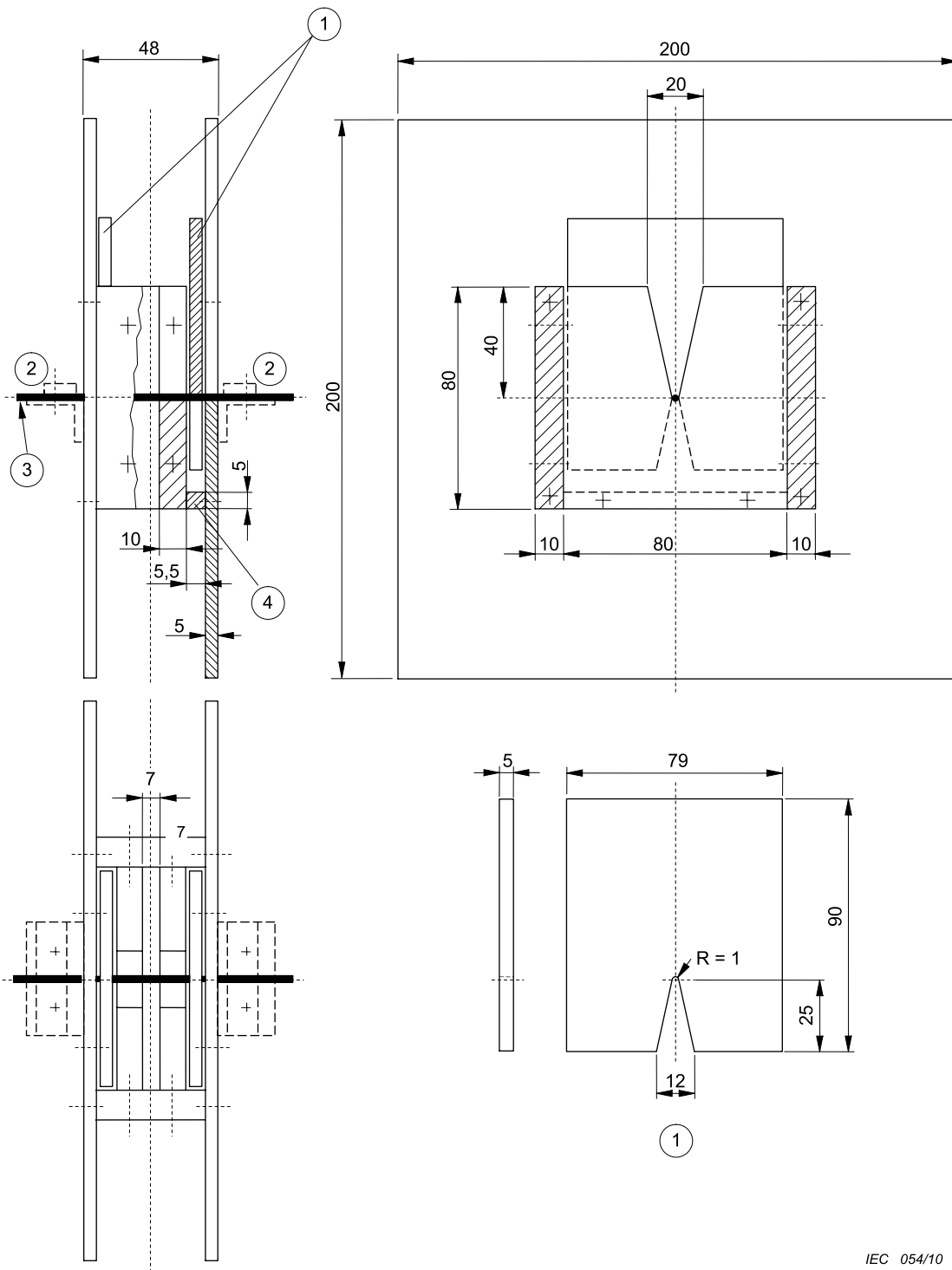


IEC 117/11

Key

N	Neutral conductor
S	Supply
R	Adjustable resistor
L	Adjustable reactor
P	Short-circuit protective device (SCP)
D	SRCD under test
G ₁	Temporary connections for calibration
G ₂	Connection for the test with rated conditional short-circuit current
T	Device making the short-circuit
O ₁	Recording current sensor
O ₂	Recording voltage sensor
F	Device for the detection of a fault current in the device F
R ₁	Resistor limiting the current in the device F
R ₂	Adjustable resistor for the calibration I_{Δ}
R ₃	Additional adjustable resistor to obtain current below the rated conditional short-circuit current
S ₁	Switch

Figure 18 – Test circuit for the verification of the rated making and breaking capacity and of the coordination



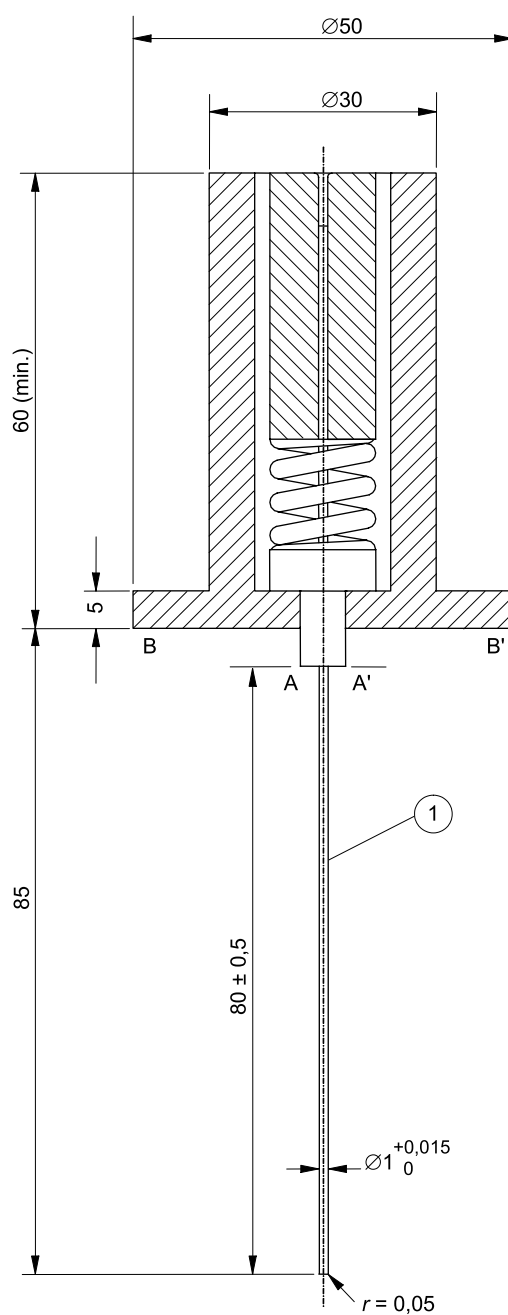
IEC 054/10

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Gliding plate
- 2 Terminal
- 3 Silver wire
- 4 Stop for gliding plate

Figure 19 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the SRCD (9.15.2.1 a))



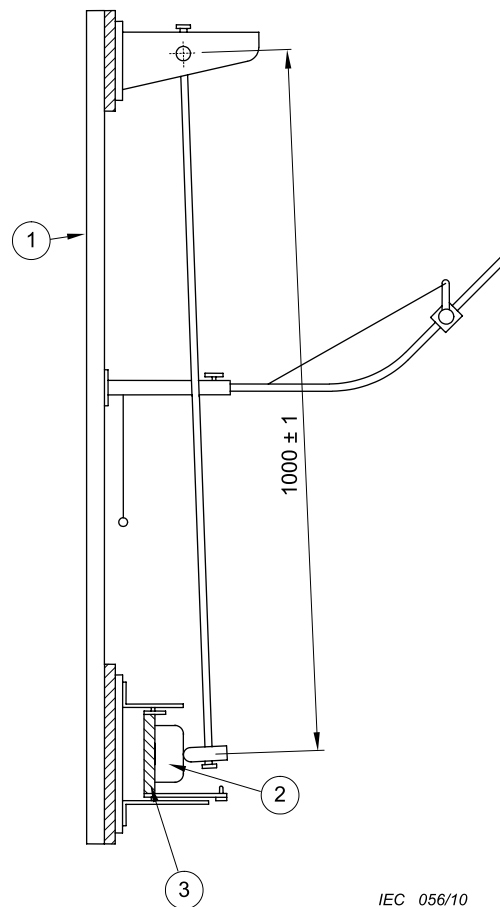
IEC 118/11

Dimensions in millimetres

Key

1 Rigid steel wire

Figure 20 – Gauge for checking non-accessibility of live parts

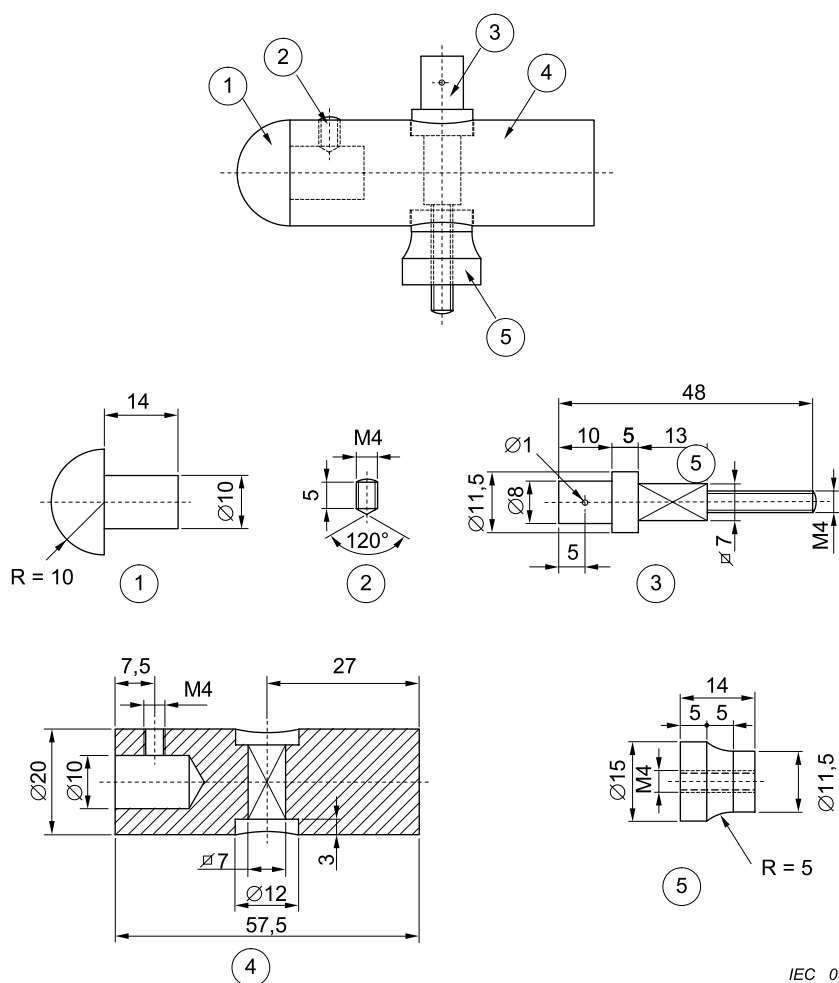


Dimensions in millimetres

Key

- 1 Frame
- 2 Specimen
- 3 Mounting support

Figure 21 – Impact-test apparatus



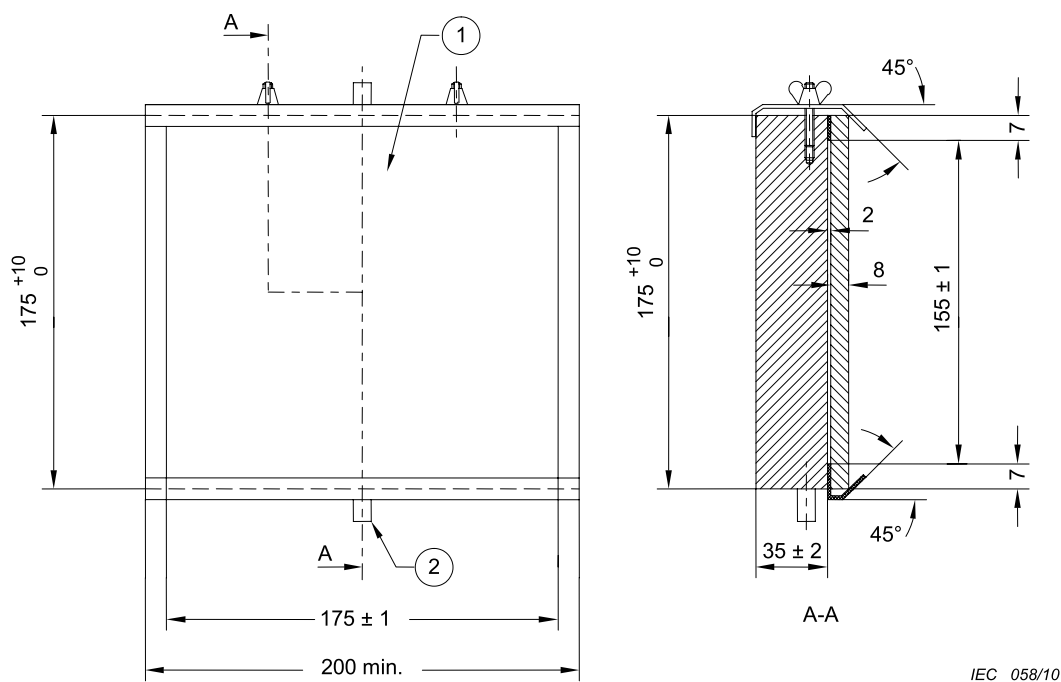
IEC 057/10

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Polyamide
- 2, 3, 4, 5 Steel Fe 360

Figure 22 – Details of the striking element

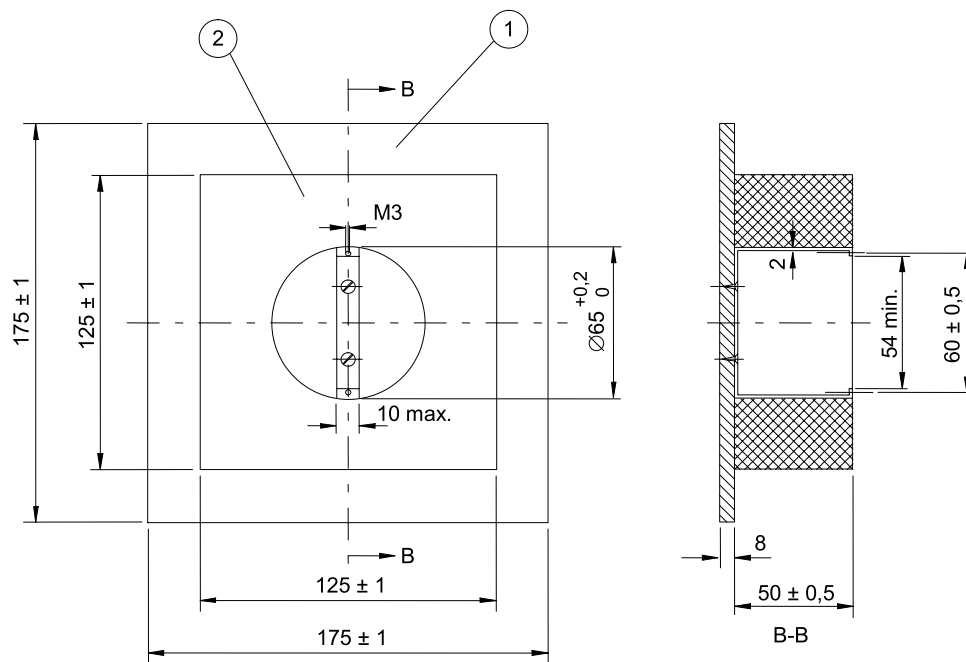


Dimensions in millimetres

Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Pivot

Figure 23 – Mounting support for specimens



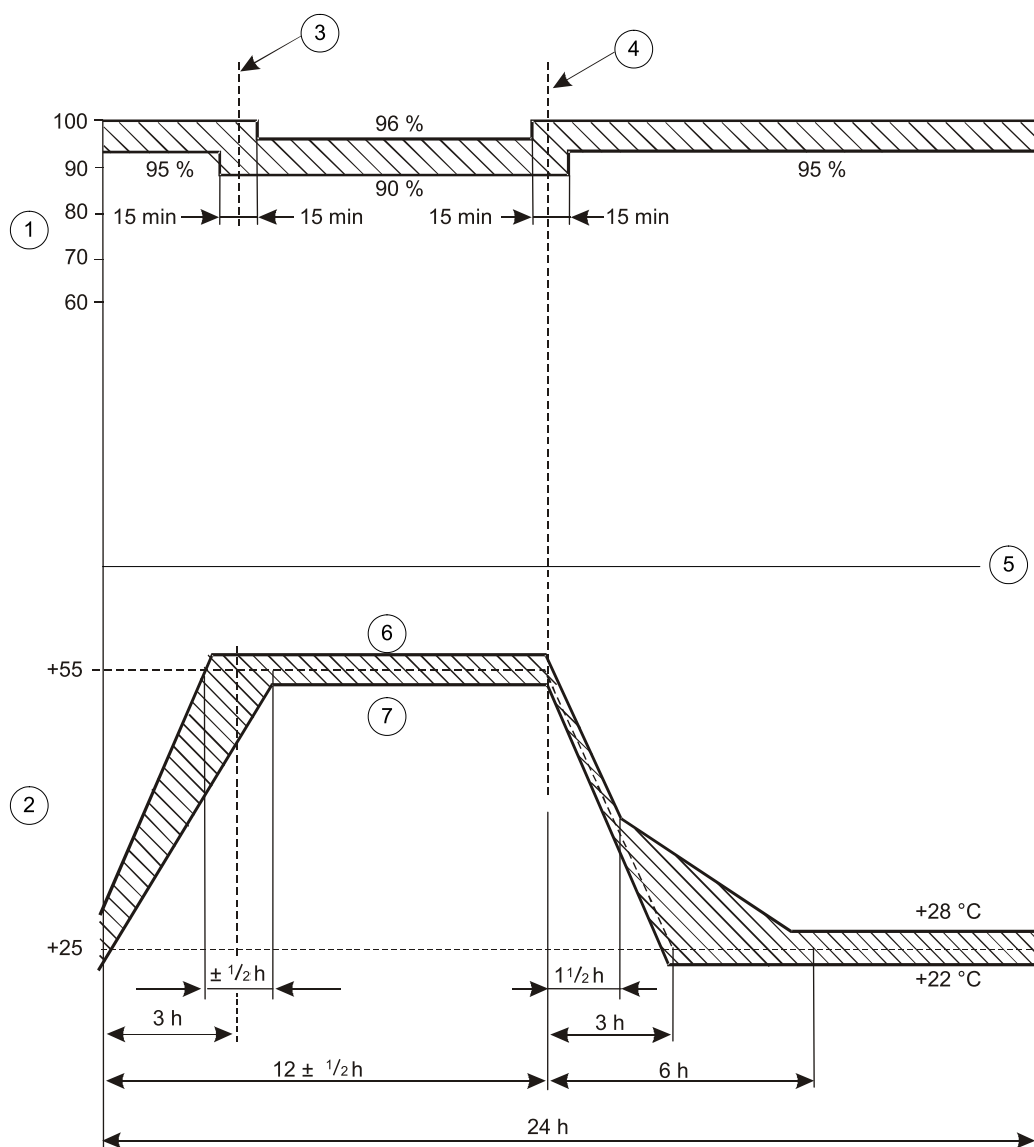
Dimensions in millimetres

Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Block of hornbeam

The dimensions of the recess in the hornbeam block are given as an example. More general dimensions are under consideration.

Figure 24 – Mounting block for flush-type SRCs

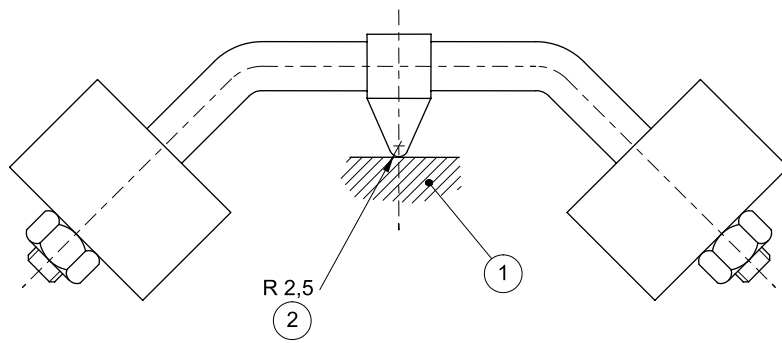


IEC 066/10

Key

- 1 Relative humidity (%)
- 2 Ambient 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 25 – Reliability test cycle



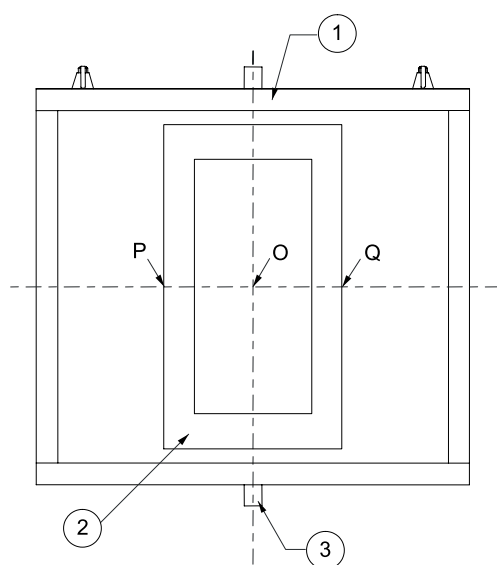
IEC 062/10

Dimensions in millimetres

Key

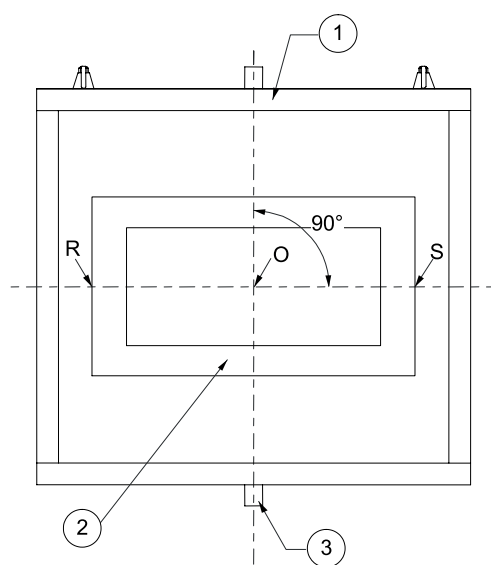
- 1 Sample
- 2 Spherical

Figure 26 – Ball-pressure test apparatus



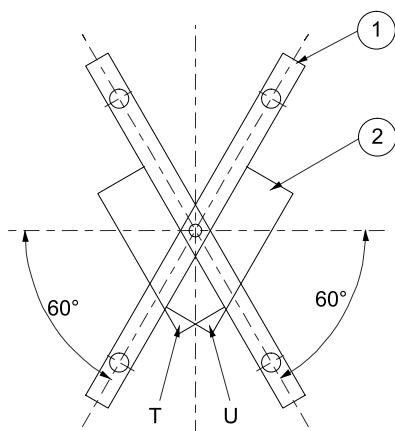
27a)

IEC 120/11



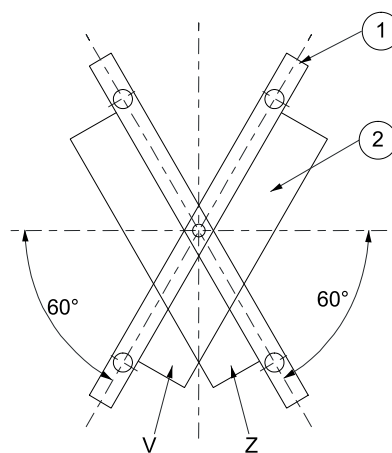
27b)

IEC 121/11



27c)

IEC 122/11



27d)

IEC 123/11

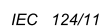
Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Specimen
- 3 Pivot

Application of the blows			
Sketch	Total number of blows	Points of application	Parts to be tested
27a)	3	One at the centre One between O and P ^a One between O and Q ^a	A
27b)	2	One between O and R ^a One between O and S ^a	A
27c)	2	One on the surface T ^a One on the surface U ^a	B, C and D
27d)	2	One on the surface V ^a One on the surface Z ^a	B, C and D

^a The blow is applied to the most unfavourable point.

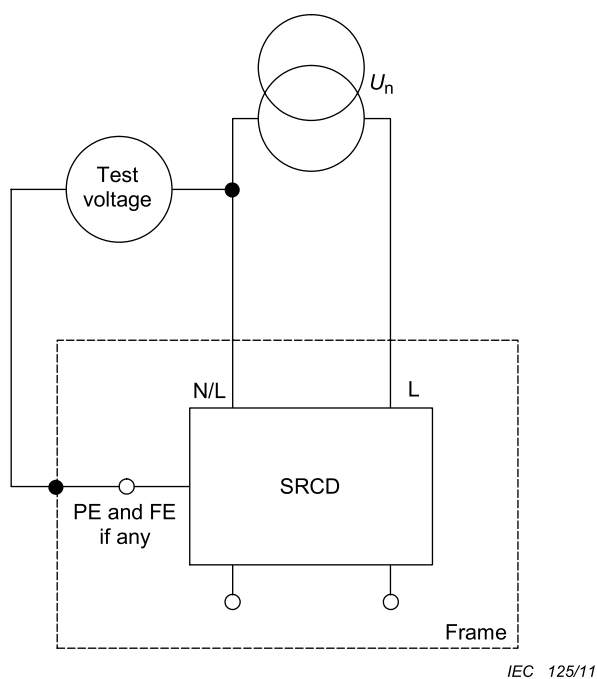
Figure 27 – Sketches and table showing the application of the blows



Key

- 1 To be tested
- 2 Specimen
- 3 No test is required

Figure 28 – Diagrammatic representation of 9.22



The test voltage and U_n shall be in phase.

Figure 29 – Test circuit for the verification of TOV withstand (9.25)

Annex A (normative)

Test sequence and number of samples to be submitted for certification purposes

A.1 General

The term certification denotes either

- declaration of conformity by the manufacturer, or
- third party certification, e.g. by an independent testing station.

A.2 Test sequences

The tests are made according to Table A.1, the tests in each sequence being carried out in the order indicated.

Table A.1 – Test sequences

Test sequence	Clause or Subclause	Test (or inspection)
A	9.2	Marking and test of indelibility of marking
	9.3	Verification of the trip-free mechanism
	9.6	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections
	9.7	Screwed and screwless terminals
	9.20	Protection against electric shock
	9.21	Resistance to heat
	8.3.2	Creepage and clearances
	9.22	Resistance to abnormal heat and to fire
B ₀	9.12	Resistance to humidity
	9.13	Test of dielectric properties
	9.11.3.1	Temperature rise test for SRCD classified according to 4.2.1, 4.2.2 and 4.2.3
	9.11.3.2	Additional temperature rise test for SRCD classified according to 4.2.1 b)
	9.16	Verification of resistance of the SRCD against impulse voltages
	9.19.2	Test with temperature of 40 °C
	9.24	Verification of ageing of electronic components
B ₁	9.26	Verification of the limiting value of FE/PE standing current
	9.25	Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltages (TOV) conditions
C ₀	9.17	Mechanical and electrical endurance
C ₁	9.15.3	Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1
D ₀	9.8	Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs.
	9.9	Verification of the behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring
	9.4	Tests replacing verifications of creepage distances and clearances for electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position
	9.5	Requirements for capacitors and specific resistors and inductors used in electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position
D ₁	9.23.1	Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions as applicable.
	9.14.2	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A
	9.10	Verification of the test device
	9.15.2.3	Verification of the rated residual short-circuit making and breaking capacity $I_{\Delta m}$
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after test
	9.18	Resistance to mechanical shock
E ₁ ^a	9.15.2.4 a)	Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})
	9.15.2.2	Verification of the rated making and breaking capacity (I_m)
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after test
E ₂ ^a	9.15.2.4 b)	Verification of the coordination at the rated making and breaking capacity (I_m)
	9.15.2.4 c)	Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after tests

Test sequence	Clause or Subclause	Test (or inspection)
F ₁ ^a	9.23.2.1	Test at 1 500 A
	9.23.3	Condition of the SRCD after tests
F ₂ ^a	9.23.2.2	Test at rated short-circuit capacity (I _{cn})
	9.23.3	Condition of the SRCD after tests
G	9.19.1	Climatic test
EMC ₁	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 4 -T1.1 Harmonics, interharmonics
		IEC 61543:1995, Table 4 -T1.2 Signalling voltages
		IEC 61543:1995, Table 5 -T2.3 Conducted unidirectional transients of the ms and μs time scale
EMC ₂	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 5 -T2.1 Conducted oscillatory voltages or currents and T2.5 Radiated high-frequency phenomena-
		IEC 61543:1995, Table 5 -T2.2 Fast transients (bursts) Common mode
EMC ₃	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 5 – T2.6 Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz
		IEC 61543:1995, Table 6 -T3.1 Electrostatic discharges
^a Test sequences E or F apply according to the relevant classification according to 4.9.		

A.3 Number of samples to be submitted for full test procedure

If one current rating and one residual operating current rating of one type of SRCD only is submitted for test, the number of samples to be submitted to the different test series is the number indicated in Table A.2 where the minimum performance criteria are also indicated.

If all samples submitted according to the second column of Table A.2 pass the tests, the compliance with the standard is met. If only the minimum number given in the third column passes the tests, additional samples as shown in the fourth column shall be tested and all shall then satisfactorily complete the test sequence.

For SRCDs having only one rated current but more than one residual operating current, two separate sets of samples shall be submitted to each test sequence: one at the highest residual operating current, the other at the lowest residual operating current.

Table A.2 – Number of samples for full test procedure

Test sequence	No of samples	Minimum number of samples which shall pass the test ^a _b	Maximum number of samples for repeated tests ^c
A	1	1	
B ₀	3	2	3
B ₁	3	2	3
C ₀	3	2	3
C ₁	3	2	3
D ₀	3	2 ^d	3
D ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₂ ^g	3	2 ^d	3
F ₁ ^g	3	2 ^e	3
F ₂ ^g	3	2 ^e	3
G	3	2	3
EMC ₁ ^f	3	2	3
EMC ₂ ^f	3	2	3
EMC ₃ ^f	3	2	3
^a In total, a maximum of three test sequences may be repeated. ^b It is assumed that a sample which has not passed a test has not met the requirements due to workmanship or assembly defects which are not representative of the design. ^c In the case of repeated tests, all test results shall be acceptable. ^d No failures are permitted during the tests of 9.8.3, 9.8.4, 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) and 9.15.2.4 c) as appropriate. ^e All samples shall meet the requirements of 9.23.2.1 and 9.23.2.2 ^f On request of the manufacturer the same set of samples may be subjected to more than one of these test sequences. ^g For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the number of samples is doubled.			

A.4 Simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of SRCDs of the same fundamental design.

A.4.1 General

SRCDs can be considered to be of the same fundamental design if all of the following conditions are met:

- they have the same basic design according to the classification;
- the residual current operating means have identical tripping mechanisms and identical relays or solenoids except for the variations permitted in c) and d) below;
- the materials, finish and dimensions of the internal current-carrying parts are identical other than the variations detailed in a) below;
- the terminals are of similar design (see b) below);
- the contact size, material, configuration and method of attachment are identical;
- the manual operating mechanism, materials and physical characteristics are identical;
- the moulding and insulating materials are identical;

- h) the method, materials and construction of the switching device are identical;
- i) the basic design of the residual current sensing device is identical, for a given type of characteristic, other than the variations permitted in c) below;
- j) the basic design of the residual current tripping device is identical except for the variations permitted in d) below;
- k) the basic design of the test device is identical except for the variations permitted in e) below.

The following variations are permitted provided that the SRCDs comply in all other respects with the requirements detailed above;

- 1) cross-sectional area of the internal current-carrying connections and lengths of the primary toroid connections;
- 2) size of terminals;
- 3) number of turns and cross-sectional area of the windings and the size and material of the core of the differential transformer;
- 4) the sensitivity of the relay and/or the associated electronic circuit, if any;
- 5) the ohmic value of the means to produce the maximum ampere-turns necessary to conform to the tests of 9.10.

A.4.2 Simplified test procedure

For SRCDs of the same fundamental design and of the same classification having different current ratings and/or rated residual operating current, the number of samples to be tested may be reduced according to Table A.3.

Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure

Test sequence	Number of samples ^{a b}
A	1 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
B ₀	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
B ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
C	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₀	1 for all other ratings of $I_{\Delta n}$ with max. I_n
E ₁ and F ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₁ ^c	1 for all other ratings I_n with min. $I_{\Delta n}$
E ₂ and F ₂	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$ 3 min. rating I_n max. rating $I_{\Delta n}$
G	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₁	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₂	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₃	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
^a If a test is to be repeated according to the minimum performance criteria of Clause A.2, a new set of samples is used for the relevant test. In the repeated test all test results shall be acceptable. ^b If only one value of $I_{\Delta n}$ is submitted, min. rating $I_{\Delta n}$ and max. rating $I_{\Delta n}$ are replaced by $I_{\Delta n}$. ^c For this sequence, only the test of 9.23.1 is required.	

Annex B (normative)

Determination of clearances and creepage distances

In determining clearances and creepage distances, it is recommended that the following points should be considered.

If a clearance or creepage distance is influenced by one or more metal parts, the sum of the sections should have at least the prescribed minimum value.

Individual sections less than 1 mm in length should not be taken into consideration in the calculation of the total length of clearances and creepage distances.

In determining creepage distance

- grooves at least 1 mm wide and 1 mm deep should be measured along their contour;
- grooves having any dimension less than these dimensions should be neglected;
- ridges at least 1 mm high
 - a) are measured along their contour, if they are integral parts of a component of insulating material (for instance by moulding, welding or cementing);
 - b) are measured along the shorter of the two following paths: along the joint or along the profile of the ridge, if the ridges are not integral parts of a component of insulating material.

The application of the foregoing recommendations is illustrated by the following figures:

- Figures B.1, B.2 and B.3 indicate the inclusion or exclusion of a groove in a creepage distance;
- Figures B.4 and B.5 indicate the inclusion or exclusion of a ridge in a creepage distance;
- Figure B.6 illustrates how to take into account a joint when the ridge is formed by an inserted insulating barrier, the outside profile of which is longer than the length of the joint;
- Figures B.7, B.8, B.9 and B.10 illustrate how to determine the creepage distance in the case of fixing means situated in recesses in insulating parts of insulating material.

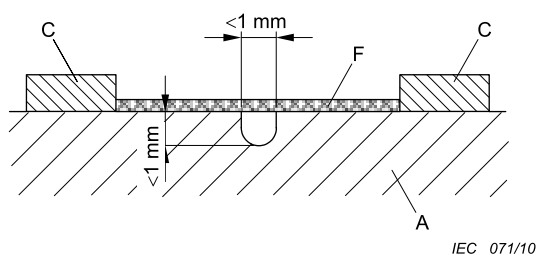


Figure B.1

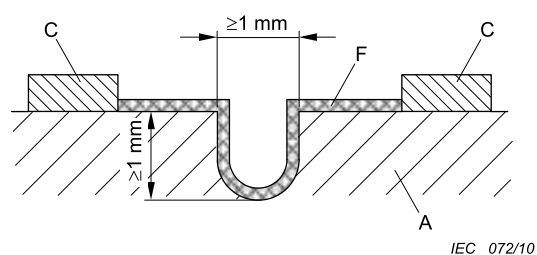


Figure B.2

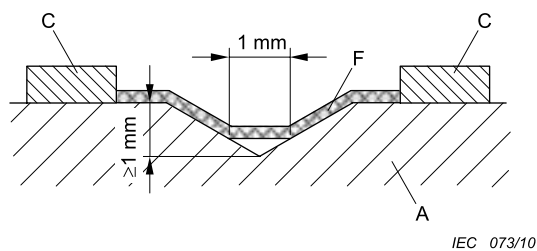


Figure B.3

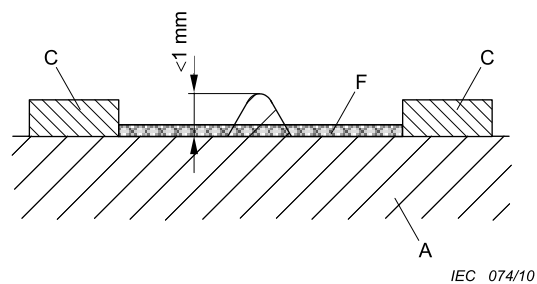


Figure B.4

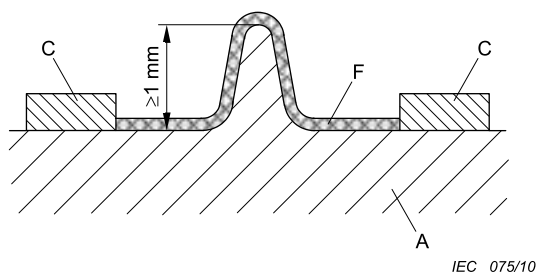


Figure B.5

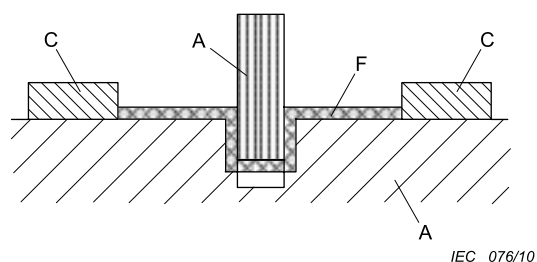


Figure B.6

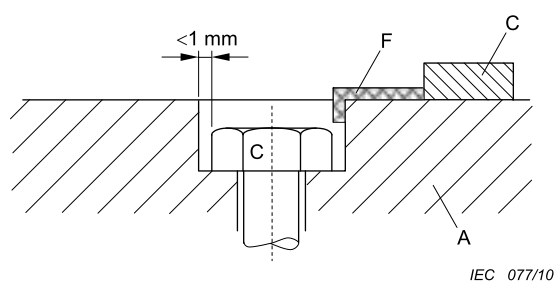


Figure B.7

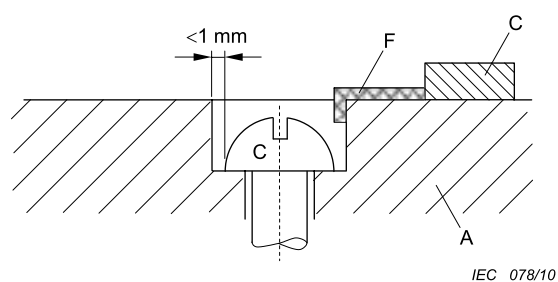


Figure B.8

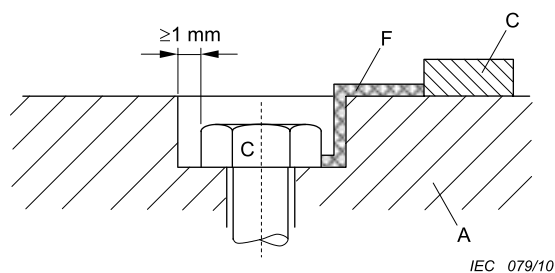


Figure B.9

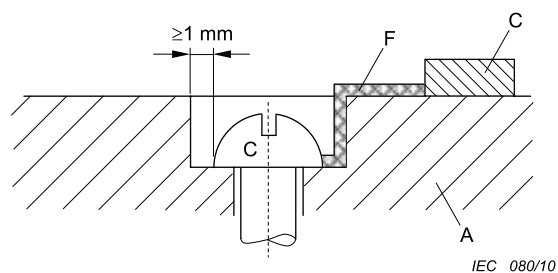


Figure B.10

Key

- A insulating material
- C conducting part
- F creepage distance

Figures B.1 to B.10 – Illustrations of the application of creepage distances

Annex C
informative)

**Approximate relationship between cross-sectional area in mm²
and AWG sizes**

Cross-sectional area mm ²	AWG	
	Size	Approximate equivalent metric area mm ²
0,20	24	0,21
0,34	22	0,32
0,50	20	0,5
0,75	18	0,8
1,00	–	–
1,50	16	1,3
2,50	14	2,1
4,00	12	3,3
6,00	10	5,3

Annex D (normative)

Routine tests

D.1 General

The tests specified in this standard are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture. In general, more tests have to be made to ensure that every SRCD conforms with the samples that withstood the tests of this standard, according to the experience gained by the manufacturer.

D.2 Tripping test

A residual current is passed through each pole of the SRCD in turn. The SRCD 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 1). The test current shall be applied at least five times on each SRCD 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 SRCD in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the SRCD is in the closed position;
- b) for SRCDs not incorporating electronic components, with the SRCD in the closed position, between each pole in turn and the others connected together;
- c) for SRCDs incorporating electronic components, with the SRCD in the open position, either between all incoming terminals of poles in turn or between all outgoing terminals at poles in turn, depending on the position of the electronic components.

No flashover or breakdown shall occur.

D.4 Performance of the test device

With the SRCD in the closed position, and connected to a supply at the appropriate voltage, the test device, when operated, shall open the SRCD.

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 of 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 d.c. components

The angle φ may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows:

- a) The formula for the d.c. component is:

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of d.c. components at the instant t ;
- i_{do} is the value of the d.c. component at the instant taken as time origin;
- L/R is the time-constant of the circuit, in seconds;
- t is the time, in seconds, taken from the initial instant;
- e is the base of the Neperian logarithms.

The time-constant L/R can be ascertained from the above formula as follows:

- 1) measure the value of i_{do} at the instant of short-circuit and the value of i_d at an other instant t before the contact separation;
- 2) determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by i_{do} ;
- 3) from a table of values of e^{-x} determine the value of $-x$ corresponding to the ratio of i_d/i_{do} ;
- 4) the value x represents Rt/L from which L/R is obtained.

- b) Determine the angle from:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

E.3 Methods 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.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 411: Rotating machinery*

IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60050-441:2000, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-471:2007, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 471: Insulators*

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

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60439-3, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use – Distribution boards*

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

IEC 60670-24:2005, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 24: Particular requirements for enclosures for housing protective devices and similar power consuming devices*

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

IEC 61008 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*

IEC 61009 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61534 (all parts), *Powertrack systems*

ISO 306, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	139
INTRODUCTION	141
1 Domaine d'application	142
2 Références normatives	143
3 Termes et définitions	144
3.1 Définitions relatives aux courants circulant des parties actives à la terre	144
3.2 Définitions relatives à l'alimentation d'un dispositif à courant différentiel résiduel	145
3.3 Définitions relatives à la commande et aux fonctions du dispositif à courant différentiel résiduel	145
3.4 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation	147
3.5 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence	150
3.6 Définitions relatives aux conditions de fonctionnement	150
3.7 Définitions relatives aux essais	151
3.8 Définitions générales relatives au courant différentiel résiduel	151
4 Classification	152
4.1 Classification selon le comportement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.1.1 DDRPC ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.1.2 DDRPC s'ouvrant automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.2 Classification selon la conception	152
4.2.1 DDRPC comprenant un DDR incorporé à un ou des socles fixes	152
4.2.2 DDRPC comprenant un DDR destiné à être associé à des socles fixes au sein de la même boîte de montage ou à l'intérieur de deux boîtes compatibles adjacentes	153
4.2.3 DDRPC comprenant un DDR incorporé à une unité de connexion destinée à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.) immédiatement adjacent au DDRPC	153
4.3 Classification selon le comportement en présence de composantes continues	153
4.4 Classification selon la disposition de mise à la terre	153
4.5 Classification selon la conception de la plaque de recouvrement	153
4.6 Classification selon la méthode de montage	153
4.7 Classification selon les conditions d'environnement	153
4.7.1 Classification selon le degré de protection contre la pénétration de corps étrangers solides	153
4.7.2 Classification selon le degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable	154
4.7.3 Classification selon la plage de températures de l'air ambiant	154
4.8 Classification selon le type de bornes	154
4.9 Classification selon la protection contre les surintensités	154
5 Caractéristiques des DDRPC	154
5.1 Énumération des caractéristiques	154

5.2	Caractéristiques communes à tous les dispositifs à courant différentiel résiduel de socles	155
5.2.1	Courant assigné (I_n)	155
5.2.2	Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	155
5.2.3	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	155
5.2.4	Tension assignée (U_n)	155
5.2.5	Fréquence assignée	155
5.2.6	Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	155
5.2.7	Caractéristiques de fonctionnement en cas de courant différentiel	155
5.3	Caractéristiques spécifiques aux DDRPC selon la protection contre les surintensités (voir 4.9)	156
5.3.1	DDRPC classés selon 4.9 a), 4.9 b) et 4.9 c) 1)	156
5.3.2	Pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn}) pour DDRPC classé selon 4.9 c) 2)	156
5.4	Valeurs préférentielles ou normalisées	157
5.4.1	Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)	157
5.4.2	Valeurs normalisées du courant assigné (I_n)	157
5.4.3	Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	157
5.4.4	Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	157
5.4.5	Valeurs normalisées de la fréquence assignée	157
5.4.6	Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	157
5.4.7	Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	158
5.4.8	Valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	158
5.4.9	Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)	158
5.4.10	Valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})	158
5.4.11	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement	158
5.5	Domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)	159
6	Marquage et autres informations sur le produit	159
6.1	Généralités	159
6.2	Marquage complémentaire pour bornes sans vis	161
6.3	Marquage complémentaire des DDRPC avec connexion FE	161
7	Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation	161
8	Exigences de construction et de fonctionnement	162
8.1	Généralités	162
8.2	Informations et marquage	162
8.3	Conception mécanique et électrique	163
8.3.1	Mécanisme	163
8.3.2	Distances d'isolement et lignes de fuite	163
8.3.3	Courant permanent dans le FE	165
8.3.4	Vis, parties transportant le courant et les connexions	165
8.3.5	Bornes	166
8.4	Caractéristiques de fonctionnement	166
8.4.1	Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel	166

8.4.2	Fonctionnement en réponse à la présence d'un courant différentiel dont la valeur est supérieure ou égale à la valeur du courant $I_{\Delta n}$	167
8.5	Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage	167
8.6	Appareil d'essai.....	167
8.7	Echauffement	168
8.8	Résistance à l'humidité.....	168
8.9	Propriétés diélectriques.....	168
8.10	Conformité CEM et déclenchements indésirables	169
8.10.1	CEM	169
8.10.2	Résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant produites par des ondes de surtension pour des DDRPC de valeur $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A	169
8.11	Comportement des DDRPC en cas de surintensité	169
8.11.1	Pour tous les DDRPC	169
8.11.2	Comportement des DDRPC classés selon 4.9 c) en cas de surintensité.....	169
8.11.3	Zone temps-surtension normalisée pour les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2).....	169
8.12	Résistance de l'isolation aux tensions de choc	171
8.13	Endurance mécanique et électrique.....	171
8.14	Résistance au choc mécanique	171
8.15	Fiabilité	171
8.16	Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC	171
8.16.1	Inaccessibilité des parties actives.....	171
8.16.2	Boutons accessibles, organes de manœuvre, etc.	171
8.16.3	Les parties accessibles des DDRPC	172
8.16.4	Degré de protection IP des DDRPC	172
8.17	Résistance à la chaleur	173
8.18	Résistance à la chaleur anormale et au feu	173
8.19	Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant	173
8.20	Résistance aux surtensions temporaires	173
9	Essais	174
9.1	Généralités.....	174
9.1.1	Conditions d'essai	174
9.1.2	Vérification des caractéristiques des DDRPC	174
9.2	Marquage et vérification de l'indélébilité du marquage.....	175
9.3	Vérification du mécanisme à déclenchement libre	176
9.3.1	Conditions générales d'essai	176
9.3.2	Procédure d'essai	176
9.4	Essai pour la vérification des circuits électroniques	176
9.5	Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques	177
9.5.1	Condensateurs	177
9.5.2	Résistances et inductances	178
9.6	Essai de fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions	179
9.7	Bornes à vis et bornes sans vis	180
9.7.1	Bornes à vis pour conducteurs extérieurs en cuivre	180
9.7.2	Bornes sans vis pour conducteurs extérieurs en cuivre.....	185

9.8	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A.....	192
9.8.1	Circuit d'essai.....	192
9.8.2	Vérification du comportement en cas de défaillance de la tension d'alimentation.....	192
9.8.3	Essais à vide avec des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux à la température de référence de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$	193
9.8.4	Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence.....	194
9.8.5	Vérification du fonctionnement correct aux limites de température avec et sans application de charge.....	194
9.8.6	Essais supplémentaires pour les DDRPC équipés d'un FE.....	195
9.8.7	Vérification du fonctionnement correct des DDRPC de type A aux courants différentiels avec composante continue.....	196
9.9	Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage.....	197
9.10	Vérification de l'appareil d'essai.....	197
9.10.1	Vérification du courant différentiel simulé.....	197
9.10.2	Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai.....	198
9.11	Vérification de la limite d'échauffement.....	198
9.11.1	Conditions d'essai.....	198
9.11.2	Température de l'air ambiant.....	199
9.11.3	Procédure d'essai.....	199
9.11.4	Mesure de l'échauffement des différentes parties.....	199
9.12	Résistance à l'humidité.....	199
9.12.1	Préparation du DDRPC pour essai.....	199
9.12.2	Conditions d'essai.....	199
9.12.3	Procédure d'essai.....	200
9.12.4	Etat du DDRPC après l'essai.....	200
9.13	Essai des propriétés diélectriques.....	200
9.13.1	Résistance d'isolement du circuit principal.....	200
9.13.2	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	201
9.13.3	Capacité de résister à des tensions continues élevées résultant des mesures d'isolement.....	201
9.14	Conformité CEM et déclenchements indésirables.....	202
9.14.1	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	202
9.14.2	Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$ (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie).....	202
9.15	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité.....	203
9.15.1	Liste des essais de surintensité.....	203
9.15.2	Essais de court-circuit.....	203
9.15.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classé selon 4.2.1.....	210
9.16	Vérification des distances dans l'air du DDRPC par l'essai de tenue aux tensions de choc.....	210
9.17	Endurance mécanique et électrique.....	212
9.17.1	Fonctionnement normal des socles du DDRPC.....	212
9.17.2	Essai de la partie DDR du DDRPC.....	212
9.18	Résistance au choc mécanique.....	214
9.18.1	Remarques introductives.....	214

9.18.2	Appareil d'essai de choc.....	214
9.18.3	DDRPC pour montage en saillie	217
9.18.4	Presse-étoupe à vis.....	217
9.18.5	DDRPC munis d'obturateurs	218
9.19	Fiabilité	218
9.19.1	Essai climatique	218
9.19.2	Essai à la température de 40 °C	220
9.20	Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC	220
9.20.1	Protection contre les chocs électriques.....	220
9.20.2	Degré de protection IP des DDRPC	222
9.21	Résistance à la chaleur	222
9.21.1	Remarques introductives	222
9.21.2	Conditionnement	222
9.21.3	Parties extérieures des DDRPC	222
9.21.4	Parties isolantes extérieures.....	223
9.22	Résistance à la chaleur anormale et au feu – Essai au fil incandescent.....	223
9.23	DDRPC avec protection contre les surintensités.....	224
9.23.1	Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité	224
9.23.2	Essais de court-circuit pour les DDRPC selon 4.9 c) 2)	225
9.23.3	Etat du DDRPC après les essais	226
9.24	Vérification du vieillissement des composants électroniques	227
9.25	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires	227
9.26	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE	228
9.26.1	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre est connecté	228
9.26.2	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre n'est pas connecté	228
Annexe A (normative) Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre à essai à des fins de certification		253
Annexe B (normative) Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite		258
Annexe C (informative) Relation approximative entre les sections en mm ² et les tailles AWG.....		260
Annexe D (normative) Essais individuels		261
Annexe E (informative) Méthodes de détermination du facteur de puissance d'un court-circuit.....		262
Bibliographie.....		264
Figure 1 – Doigt d'épreuve articulé		229
Figure 2 – Circuit d'essai général.....		230
Figure 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension		231
Figure 4 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement.....		232
Figure 5 – Bornes à trou		233
Figure 6 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté.....		234
Figure 7 – Bornes à plaquette		235
Figure 8 – Bornes à capot taraudé		235

Figure 9 – Dispositif pour vérifier les dommages aux conducteurs	236
Figure 10 – Indications pour l'essai de déflexion	237
Figure 11 – Exemple de circuit d'essai avec courant et tension provenant de sources distinctes	238
Figure 12 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température	238
Figure 13 – Mesure du courant FE/PE de repos	239
Figure 14 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés	240
Figure 15 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé	241
Figure 16 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 μ s/100 kHz	242
Figure 17 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC	242
Figure 18 – Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination	243
Figure 19 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales I^2t et I_p que le DDRPC doit supporter (9.16.2.1 a)	244
Figure 20 – Calibre de vérification de la non-accessibilité des parties actives	245
Figure 21 – Appareil d'essai de choc	246
Figure 22 – Détails de la pièce de frappe	247
Figure 23 – Support de montage des échantillons	248
Figure 24 – Bloc de montage des DDRPC pour montage encastré	248
Figure 25 – Cycle d'essai de fiabilité	249
Figure 26 – Appareil pour l'essai de pression à la bille	250
Figure 27 – Croquis et tableau illustrant l'application des coups	251
Figure 28 – Représentation schématique de 9.22	252
Figure 29 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance des surtensions temporaires (9.25)	252
Figures B.1 à B.10 – Illustrations de l'application des lignes de fuite	259
Tableau 1 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel alternatif	159
Tableau 2 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour un courant différentiel continu pulsé	159
Tableau 3 – Domaines de surintensité de déclenchement instantané	159
Tableau 4 – Position du marquage	160
Tableau 5 – Valeurs des grandeurs d'influence	162
Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales	164
Tableau 7 – Limites du courant de déclenchement	167
Tableau 8 – Valeurs des échauffements	168
Tableau 9 – Caractéristiques de fonctionnement temps-(sur)charge	170
Tableau 10 – Caractéristiques de fonctionnement instantané	170
Tableau 11 – Valeurs de résistance et durée des surtensions temporaires	173
Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés	174

Tableau 13 – Liste des essais de type	175
Tableau 14 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales	178
Tableau 15 – Diamètres des filetages et couples appliqués	179
Tableau 16 – Relation entre le courant assigné et les sections nominales des conducteurs en cuivre à connecter.....	180
Tableau 17 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre.....	182
Tableau 18 – Valeurs pour l'essai de traction appliqué aux bornes à vis	182
Tableau 19 – Constitution des conducteurs.....	183
Tableau 20 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	184
Tableau 21 – Correspondance entre le courant assigné et les sections des conducteurs en cuivre raccordables des bornes sans vis	186
Tableau 22 – Valeur pour l'essai de traction aux bornes sans vis.....	188
Tableau 23 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre.....	188
Tableau 24 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques en usage normal sur les bornes sans vis	189
Tableau 25 – Sections nominales des conducteurs rigides en cuivre pour l'essai de déflexion des bornes sans vis	191
Tableau 26 – Forces pour l'essai de déflexion	191
Tableau 27 – Plages de courant de déclenchement pour les DDRPC en cas de courant continu pulsé.....	196
Tableau 28 – Essais à appliquer pour la CEM.....	202
Tableau 29 – Essais destinés à vérifier le comportement des DDRPC dans des conditions de surintensité	203
Tableau 30 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai	205
Tableau 31 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc entre pôles.....	211
Tableau 32 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc avec le support métallique	211
Tableau 33 – Section des conducteurs d'essai.....	212
Tableau 34 – Hauteur de chute pour les essais de choc	215
Tableau 35 – Valeurs du couple d'essai pour les presse-étoupe	217
Tableau A.1 – Séquences d'essais	253
Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	255
Tableau A.3 – Nombre d'échantillons pour la procédure d'essai simplifiée	257

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL AVEC OU SANS
PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS POUR LES SOCLES
DE PRISES DE COURANT DESTINÉS À DES INSTALLATIONS
DOMESTIQUES ET ANALOGUES**

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62640 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2011-01) [documents 23E/706/FDIS et 23E/713/RVD] et son amendement 1 (2015-05) [documents 23E/866/CDV et 23E/901/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Dans cette version Redline, une ligne verticale dans la marge indique où le contenu technique est modifié par l'amendement 1. Les ajouts et les suppressions apparaissent en rouge, les suppressions étant barrées. Une version Finale avec toutes les modifications acceptées est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62640 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.

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

Dans la présente norme, les caractères suivants sont employés:

- Exigences proprement dites: caractères romains.
- *Modalités d'essais: caractères italiques.*
- Notes: petits caractères romains.

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

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

IMPORTANT – Le logo "*colour inside*" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Les séries de normes IEC 61008 et IEC 61009 sont applicables aux dispositifs à courant différentiel résiduel comportant un à quatre pôles utilisés dans toute partie constitutive d'une installation électrique. Ces dispositifs peuvent être placés au point d'origine d'une installation complète ou en amont d'un ou de plusieurs circuits d'une installation fixe, en amont d'un circuit qui alimente un ou plusieurs socles, voire être intégrés à la même enveloppe tout comme un socle.

Ces dispositifs à courant différentiel résiduel sont capables d'assurer une protection contre les pannes (protection contre le contact indirect), une protection supplémentaire (protection contre le contact direct) si le courant différentiel assigné est inférieur ou égal à 30 mA, ainsi qu'une protection contre le risque d'incendie dû à un courant de fuite à la terre persistant sans recourir à la protection contre les surintensités. Les appareils qui satisfont aux exigences des séries de normes IEC 61008 ou IEC 61009 assurent l'isolation, résistent à des niveaux élevés de perturbations électromagnétiques pour des applications domestiques et analogues et permettent une utilisation en toute sécurité d'une installation électrique.

Bien que les séries de normes IEC 61008 et IEC 61009 puissent être applicables aux « dispositifs à courant différentiel résiduel incorporés à des socles », il est reconnu que ces dispositifs réclament différentes caractéristiques en raison de l'utilisation et de l'emplacement spécifique d'un socle, aux limites de l'installation fixe, immédiatement en amont d'un matériel électrique alimenté par une fiche enfichée dans le socle.

Le dispositif à courant différentiel résiduel placé au niveau du socle est principalement destiné à être installé par des personnes averties ou qualifiées. Il peut être actionné plusieurs fois par jour. La fonction d'isolation n'est pas nécessaire dans la mesure où il est reconnu que le retrait de la fiche du socle assure une isolation efficace. L'absence de conducteurs longs à connexion permanente en aval du dispositif à courant différentiel résiduel, associée à un nombre restreint d'appareils alimentés, justifie les niveaux limités de CEM. Les dispositifs à courant différentiel résiduel couverts par la présente norme sont destinés à assurer une protection supplémentaire uniquement en cas de contact direct. Il a été reconnu, compte tenu de ces caractéristiques particulières, que l'élaboration d'une norme dédiée relative aux dispositifs à courant différentiel résiduel pour les socles de prises de courant (DDRPC) était nécessaire.

DISPOSITIFS À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL AVEC OU SANS PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS POUR LES SOCLES DE PRISES DE COURANT DESTINÉS À DES INSTALLATIONS DOMESTIQUES ET ANALOGUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR) incorporés, ou destinés tout particulièrement à une utilisation avec des socles de prises de courant bipolaires avec ou sans contact à la terre pour des installations domestiques et analogues (DDRPC: dispositif à courant différentiel résiduel pour les socles de prises de courant). Les DDRPC, conformes à la présente norme, sont destinés à être utilisés dans les systèmes monophasés tels que phase et neutre ou phase-phase ou entre phase et conducteur milieu mis à la terre.

Les DDRPC sont destinés uniquement à assurer une protection supplémentaire en aval du DDRPC. Les DDRPC sont destinés à être utilisés dans les circuits où la protection en cas de défaut (protection contre le contact indirect) est déjà assurée en amont du DDRPC.

NOTE 1 Par exemple, la protection contre les cas de défaut (protection contre le contact indirect) peut être couverte comme suit:

- dans les réseaux TT, par des DD ou des ID placés en amont conformément à l'IEC 61008-1 et à l'IEC 61009-1;
- dans un réseau TN, un dispositif de protection contre les surintensités peut être utilisé en amont.

NOTE 2 Aux Etats-Unis, il n'y a pas d'exigence pour assurer la protection contre les contacts indirects en amont d'un DDRPC.

NOTE 3 En Suisse, ces dispositifs ne sont pas autorisés pour les mesures de protection selon les règles nationales d'installation.

Les DDRPC ne sont destinés ni à assurer une fonction d'isolation ni à être utilisés dans les systèmes IT.

NOTE 4 Pour les DDRPC destinés à assurer une isolation ou une protection contre les cas de défauts, ou à être utilisés dans les systèmes IT, il convient d'utiliser l'IEC 61008-1 ou l'IEC 61009-1 selon le cas, avec l'IEC 60884-1.

NOTE 5 Les exigences et vérifications des DDRPC prévus pour être utilisés en systèmes IT sont à l'étude.

Les DDRPC ne sont pas utilisés dans les tableaux de distribution. Ils ne sont pas destinés à la protection d'un circuit de distribution terminale complet. Ces produits sont destinés à être installés

- dans des boîtes conformément à l'IEC 60670-1,
- ou dans des systèmes de goulottes conformément à la série de normes IEC 61084,
- ou dans des systèmes de conducteurs préfabriqués conformément à la série de normes IEC 61534,
- ou dans des boîtes selon l'une des normes ci-dessus, voisines des boîtes de socles.

Ils ne sont pas destinés à être utilisés dans des enveloppes ou dans les tableaux de répartition conformes à l'IEC 60670-24, à l'IEC 61439-1 ou à l'IEC 60439-3.

Les DDR à usage domestique et analogue non couverts par le domaine d'application de la présente norme sont couverts par l'IEC 61008-1 ou IEC 61009-1. Les DDRPC alimentés par des batteries, ou un circuit autre que celui qui alimente les charges, ne sont pas couverts par la présente norme.

Le dispositif à courant différentiel résiduel intègre les fonctions de détection du courant résiduel, de comparaison de la valeur de ce courant à la valeur de fonctionnement différentiel résiduel et d'ouverture du circuit protégé lorsque le courant différentiel dépasse cette valeur.

Le courant différentiel maximal de fonctionnement est de 30 mA.

Le courant assigné maximal est de 16 A pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. ou 20 A pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 130 V c.a.

NOTE 6 En Australie et en Nouvelle-Zélande, le courant assigné maximal pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. est de 20 A.

NOTE 7 En Corée, le courant assigné maximal pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. est de 32 A.

La présente Norme internationale s'applique aux DDRPC comportant une fonction de protection contre les surcharges ou les surintensités.

La présente norme s'applique également à une unité de raccordement comportant un dispositif à courant différentiel résiduel destiné à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe immédiatement adjacent à l'unité de raccordement (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.).

NOTE 8 Les DDRPC sont conçus pour être manœuvrés par des personnes non averties et pour ne pas être entretenus.

Les exigences de la présente norme s'appliquent pour des conditions normales de température et d'environnement. Des exigences complémentaires peuvent être nécessaires pour des dispositifs utilisés dans des locaux présentant des conditions d'environnement plus sévères.

Le socle d'un DDRPC est couvert par l'IEC 60884-1 ou les exigences nationales du pays quand le DDRPC est mis sur le marché.

2 Références normatives

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

IEC 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

Amendement 1 (2005)

Amendement 2 (2010)

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 60068-3-4:2001, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*
(disponible en anglais uniquement)

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60664-3:2003, *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 60670-1:2002, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

IEC 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60884-1:2002, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

NOTE Au Royaume-Uni, l'IEC 60884-1 n'est pas indispensable et n'est pas applicable aux DDRPC ou aux prises de courant.

IEC 61008-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61009-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61084-1:1991, *Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques – Partie 1: Règles générales*

IEC 61534-1:2003, *Systèmes de conducteurs préfabriqués – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61543:1995, *Dispositifs différentiels résiduels (DDR) pour usages domestiques et analogues – Compatibilité électromagnétique*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2005)

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans les différentes parties de l'IEC 60050, ainsi que les suivantes, s'appliquent.

3.1 Définitions relatives aux courants circulant des parties actives à la terre

3.1.1

courant de défaut à la terre

courant qui s'écoule à la terre lors d'un défaut d'isolement

3.1.2

courant de fuite

courant qui s'écoule des parties actives de l'installation à la terre en l'absence de tout défaut d'isolement

3.1.3

courant continu pulsé

courant en forme d'onde pulsatoire qui prend, à chaque période de la fréquence de puissance assignée, la valeur 0 ou une valeur ne dépassant pas 0,006 A en courant continu pendant un intervalle de temps unique d'au moins 150°, exprimé en mesure angulaire électrique

3.1.4

angle de retard de conduction

α

temps, exprimé en mesure angulaire, pendant lequel l'instant de conduction du courant est retardé par commande de phase

3.1.5

courant continu lissé

courant continu non ondulatoire

NOTE Un courant est considéré non ondulatoire lorsque le coefficient d'ondulation est inférieur à 10 %.

3.2 Définitions relatives à l'alimentation d'un dispositif à courant différentiel résiduel

3.2.1

courant différentiel (résiduel)

I_{Δ}

somme vectorielle des valeurs instantanées du courant circulant dans le circuit principal du DDR exprimé en valeur efficace

3.2.2

courant différentiel de fonctionnement

$I_{\Delta n}$

valeur du courant différentiel qui fait fonctionner le dispositif à courant différentiel résiduel dans des conditions spécifiées

3.2.3

courant différentiel de non-fonctionnement

$I_{\Delta no}$

valeur du courant différentiel pour laquelle et au-dessous de laquelle le dispositif à courant différentiel résiduel ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées

3.3 Définitions relatives à la commande et aux fonctions du dispositif à courant différentiel résiduel

3.3.1

dispositif à courant différentiel résiduel

DDR

appareil mécanique de connexion ou association de dispositifs destiné à établir, supporter et couper des courants dans les conditions de service normales et à provoquer l'ouverture des contacts lorsque le courant différentiel atteint, dans des conditions spécifiées, une valeur donnée

3.3.2

détection

fonction qui consiste à détecter la présence d'un courant différentiel

3.3.3

évaluation

fonction qui consiste à permettre au DDR de fonctionner lorsque le courant différentiel détecté dépasse une valeur de référence spécifiée

3.3.4

interruption

fonction qui consiste à ramener automatiquement les contacts principaux du DDR de la position de fermeture à la position d'ouverture, interrompant ainsi le(s) courant(s) qui circule(nt) entre eux

3.3.5

dispositif de coupure

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[IEC 60050-442:1998, 442-01-46]

3.3.6

mécanisme à déclenchement libre d'un DDR

dont les contacts mobiles reviennent en position d'ouverture et y demeurent quand la manœuvre d'ouverture est commandée après le début de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu

NOTE Afin d'assurer une interruption correcte du courant qui peut avoir été établi, il peut être nécessaire que les contacts atteignent momentanément la position de fermeture.

[IEC 60050-441:2000, 441-16-31, modifiée]

3.3.7

DDRPC sans protection contre les surintensités incorporée

DDRPC non conçu pour réaliser les fonctions de protection contre les surcharges et/ou les courts-circuits

3.3.8

DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée

DDRPC conçu pour réaliser les fonctions de protection contre les surcharges et/ou les courts-circuits

3.3.9

unité à courant différentiel

dispositif assurant simultanément les fonctions de détection du courant différentiel et de comparaison de la valeur de ce courant avec la valeur du déclenchement différentiel résiduel et comprenant le moyen d'actionner le mécanisme de déclenchement d'un disjoncteur avec lequel il est destiné à être assemblé

3.3.10

temps de fonctionnement d'un DDR

intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où le courant différentiel de fonctionnement est atteint et le moment d'extinction de l'arc dans tous les pôles

3.3.11

temps limite de non-réponse

temps maximal pendant lequel le courant différentiel de fonctionnement peut être appliqué au DDR sans provoquer son fonctionnement

3.3.12

DDR temporisé

DDR spécialement conçu pour atteindre une valeur prédéterminée du temps limite de non-réponse correspondant à une valeur donnée du courant différentiel

3.3.13

appareil d'essai

dispositif incorporé dans le DDR simulant les conditions d'un courant différentiel pour le fonctionnement du DDRPC dans des conditions spécifiées

3.3.14

mise à la terre pour des raisons fonctionnelles

FE

conducteur ou borne destiné(e) à être connecté(e) au PE afin d'assurer l'alimentation du DDRPC quand le DDRPC est alimenté par la phase seule et permettre ainsi au DDRPC de fonctionner dans ces conditions

3.3.15

valeur d'impédance limite

R_e

valeur maximale de l'impédance entre le FE et la source d'alimentation pour laquelle la protection est assurée quand le DDRPC est alimenté entre l'une des phases et le FE

3.3.16

perte d'alimentation

perte d'un ou de plusieurs conducteurs actifs

3.3.17

fusible

appareil de déconnection dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée

NOTE Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet.

[IEC 60050-441:2000, 441-18-01, modifiée]

3.3.18

pôle

partie d'un DDRPC exclusivement associée à une voie de courant de son circuit principal, électriquement séparée, équipée de contacts destinés à connecter et déconnecter le circuit principal lui-même et excluant les parties par le moyen desquelles le montage et le fonctionnement simultané des pôles est assuré

3.4 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation

3.4.1

valeur limite de la surintensité de non-fonctionnement en cas de charge monophasée

valeur maximale d'une surintensité monophasée qui, en l'absence d'un courant différentiel résiduel, peut circuler dans un DDRPC (quel que soit le nombre de pôles) sans provoquer son fonctionnement

NOTE 1 En cas de surintensité dans le circuit principal, des déclenchements indésirables peuvent se produire en l'absence de courant différentiel résiduel, en raison de la dissymétrie existante dans le dispositif de détection proprement dit.

NOTE 2 Dans le cas d'un DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée, la valeur limite du courant de non-fonctionnement peut être déterminée par le dispositif de protection contre les surintensités.

3.4.2

courant différentiel de tenue au court-circuit

valeur maximale du courant différentiel pour laquelle le fonctionnement de la partie DDR est assuré dans des conditions spécifiées et au-delà de laquelle ce dispositif peut subir des altérations irréversibles

3.4.3

valeur thermique limite du courant de courte durée

valeur de courant la plus élevée (efficace) que le dispositif est capable de supporter pendant une courte période spécifiée et dans des conditions spécifiées sans subir, par un effet calorifique, de dégradation permanente de ses caractéristiques

3.4.4

courant présumé

courant qui circulerait dans le circuit si chaque voie principale de courant du DDRPC et du dispositif éventuel de protection contre les surintensités, le cas échéant, était remplacée par un conducteur d'impédance négligeable

NOTE Le courant présumé peut être qualifié de la même façon qu'un courant réel, par exemple: courant de coupure présumé, courant de crête présumé, courant différentiel présumé, etc.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-47, modifiée]

3.4.5

pouvoir de fermeture

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un DDRPC est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-01-48, modifiée]

3.4.6

pouvoir de coupure

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un DDRPC est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-01-49, modifiée]

3.4.7

pouvoir de fermeture et de coupure différentiel

$I_{\Delta m}$

valeur de la composante alternative du courant différentiel présumé qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-27, modifiée]

3.4.8

courant conditionnel de court-circuit

I_{nc}

valeur de la composante alternative du courant présumé qu'un DDRPC, sans protection incorporée contre les courts-circuits, mais protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits (en abrégé « DPCC » dans la suite du texte) approprié placé en série, peut supporter dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-28, modifiée]

3.4.9

courant différentiel conditionnel de court-circuit

$I_{\Delta c}$

valeur de la composante alternative du courant différentiel présumé que la partie DDR, sans protection incorporée contre les courts-circuits, mais protégée par un DPCC approprié placé en série, peut supporter dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-22, modifiée]

3.4.10

Intégrale de Joule

I^2t

intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié (t_0 , t_1):

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

[IEC 60050-441:2000, 441-18-23, modifiée]

3.4.11

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'alimentation du DDRPC après l'interruption du courant

NOTE Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps successifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel seule la tension à fréquence industrielle existe.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-05, modifiée]

3.4.12

tension transitoire de rétablissement

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable

NOTE 1 La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du DDRPC. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre d'un circuit polyphasé.

NOTE 2 Les tensions transitoires de rétablissement pour les circuits triphasés sont, sauf indication contraire, celles observées dans le premier pôle à libérer, dans la mesure où ces tensions sont généralement supérieures à celles qui apparaissent dans chacun des deux autres pôles.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-26, modifiée]

3.4.13

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension

[IEC 60050-441:2000, 441-17-27]

3.4.14

surintensité

courant supérieur au courant assigné

3.4.15

courant de surcharge

surintensité apparaissant dans un circuit électriquement sain

NOTE Un courant de surcharge peut provoquer des dommages s'il est maintenu pendant un temps suffisant.

3.4.16

surtension temporaire

surtension à la puissance assignée d'une durée relativement longue

3.4.17

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un défaut d'impédance négligeable entre des points prévus pour être à des potentiels différents en service normal

NOTE Un courant de court-circuit peut résulter d'un défaut ou d'une connexion incorrecte.

3.5 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence

3.5.1

grandeur d'influence

grandeur susceptible de modifier le fonctionnement spécifié d'un DDRPC

3.5.2

valeur de référence d'une grandeur d'influence

valeur d'une grandeur d'influence à laquelle sont rapportées les caractéristiques indiquées par le constructeur

3.5.3

conditions de référence des grandeurs d'influence

ensemble des valeurs de référence de toutes les grandeurs d'influence

3.5.4

domaine d'une grandeur d'influence

domaine des valeurs d'une grandeur d'influence qui permet le fonctionnement du DDRPC dans des conditions spécifiées, les autres conditions d'influence ayant leurs valeurs de référence

3.5.5

domaine extrême d'une grandeur d'influence

domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence à l'intérieur duquel le DDRPC ne subit que des altérations spontanément réversibles, sans être nécessairement tenu de satisfaire aux exigences de la présente norme

3.5.6

température de l'air ambiant

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure le DDRPC

NOTE Pour un DDRPC sous enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

[IEC 60050-441:2000, 441-11-13, modifiée]

3.6 Définitions relatives aux conditions de fonctionnement

3.6.1

manœuvre

passage du (des) contact(s) mobile(s) de la position d'ouverture à la position de fermeture et vice versa

NOTE Si une distinction est nécessaire, on emploiera les termes de manœuvre électrique, s'il s'agit d'une opération au sens électrique (par exemple, établissement ou coupure) et de manœuvre mécanique, s'il s'agit d'une opération au sens mécanique (par exemple, fermeture ou ouverture).

3.6.2

manœuvre de fermeture

manœuvre par laquelle on fait passer le DDRPC de la position d'ouverture à la position de fermeture

3.6.3

manœuvre d'ouverture

manœuvre par laquelle on fait passer le DDRPC de la position de fermeture à la position d'ouverture

[IEC 60050-441:2000, 441-16-09, modifiée]

3.6.4

cycle de manœuvres

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position

[IEC 60050-441:2000, 441-16-02, modifiée]

3.6.5

séquence de manœuvres

suite de manœuvres spécifiées effectuées à des intervalles de temps spécifiés

[IEC 60050-441:2000, 441-16-03]

3.6.6

distance d'isolement

plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices

NOTE Pour la détermination d'une distance d'isolement pour des parties accessibles, il convient que la surface accessible d'une enveloppe isolante soit considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille métallique à tout endroit où elle peut être touchée par la main ou par le doigt d'essai normalisé conformément à l'IEC 60529.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-31, modifiée]

3.6.7

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices

NOTE Pour la détermination d'une ligne de fuite pour des parties accessibles, il convient que la surface accessible d'une enveloppe isolante soit considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille métallique à tout endroit où elle peut être touchée par la main ou par le doigt d'essai normalisé conformément à l'IEC 60529.

[IEC 60050-471:2007, 471-01-04, modifiée]

3.7 Définitions relatives aux essais

3.7.1

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines exigences

[IEC 60050-426:2008, 426-05-01, modifiée]

3.7.2

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours et/ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

[IEC 60050-411:2008, 411-53-02, modifiée]

3.8 Définitions générales relatives au courant différentiel résiduel

3.8.1

dispositif de protection contre les courts-circuits

DPCC

dispositif, spécifié par le constructeur, destiné à être installé dans le circuit en série avec le DDRPC afin de le protéger uniquement contre les courants de court-circuit

3.8.2

bornes d'alimentation

(amont)

bornes installées en amont du DDR

3.8.3

bornes de sortie

(aval)

bornes installées en aval du DDR

3.8.4

traversée

dispositif dont est équipé le DDRPC pour la connexion d'un ou de plusieurs socles supplémentaires, protégé par un DDR

3.8.5

personne avertie

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

3.8.6

unité de connexion

appareil associé au câblage fixe d'une installation auquel un seul équipement peut être directement connecté

4 Classification

Les DDRPC sont classés de la façon suivante:

NOTE 1 L'utilisation correcte des DDRPC correspondant aux classifications du présent article est soumise à des règles d'installation (par exemple, conformes à la série IEC 60364).

NOTE 2 Les DDRPC peuvent être munis d'une connexion FE qui permet à l'appareil de fonctionner lorsqu'il est alimenté uniquement par une phase.

NOTE 3 Aux Etats-Unis, la détection de la mise à la terre du neutre côté charge neutre est exigé.

4.1 Classification selon le comportement en cas de défaut de la tension d'alimentation

4.1.1 DDRPC ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation

NOTE Eu Allemagne la classification 4.1.1 est différente.

4.1.2 DDRPC s'ouvrant automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation

- a) ne se refermant pas automatiquement lorsque la tension d'alimentation est rétablie;
- b) se refermant automatiquement lorsque la tension d'alimentation est rétablie.

4.2 Classification selon la conception

4.2.1 DDRPC comprenant un DDR incorporé à un ou des socles fixes

- a) DDRPC sans traversée;
- b) DDRPC avec traversée.

4.2.2 DDRPC comprenant un DDR destiné à être associé à des socles fixes au sein de la même boîte de montage ou à l'intérieur de deux boîtes compatibles adjacentes

NOTE 1 Le concept de « boîtes adjacentes » désigne deux boîtes proches l'une de l'autre ou contiguës.

- a) DDRPC comportant un dispositif dédié de connexion du socle (par exemple, conducteurs volants);

NOTE 2 Au Danemark et au Royaume-Uni, les DDRPC avec conducteurs volants ne sont pas acceptés dans les installations fixes.

- b) DDRPC comportant des bornes de sortie.

4.2.3 DDRPC comprenant un DDR incorporé à une unité de connexion destinée à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.) immédiatement adjacent au DDRPC

4.3 Classification selon le comportement en présence de composantes continues

- a) DDRPC de type AC;
- b) DDRPC de type A.

4.4 Classification selon la disposition de mise à la terre

- a) DDRPC comportant une disposition de mise à la terre (borne PE);
- b) DDRPC sans disposition de mise à la terre.

Un DDRPC sans disposition de mise à la terre ne peut être équipé d'aucune borne FE.

NOTE Au Royaume-Uni et en Allemagne, les DDRPC sans disposition de mise à la terre sont interdits.

4.5 Classification selon la conception de la plaque de recouvrement

- a) Conception A – DDRPC dont le capot ou la plaque de recouvrement peut être retiré(e) sans déplacer les conducteurs;
- b) Conception B – DDRPC fixes dont le capot ou la plaque de recouvrement ne peut pas être retiré(e) sans déplacer les conducteurs.

NOTE Si un DDRPC fixe comporte une base (partie principale) qui ne peut pas être séparée du capot ou de la plaque de recouvrement, et exige une plaque supplémentaire, pour satisfaire à la présente norme, qui peut être retirée pour la rénovation de la paroi sans déplacer les conducteurs, ce DDRPC est considéré être de conception A, à condition que la plaque supplémentaire satisfasse aux exigences spécifiées pour les capots et les plaques de recouvrement.

4.6 Classification selon la méthode de montage

- a) DDRPC en saillie;
- b) DDRPC pour montage encastré;
- c) DDRPC pour montage semi-encastré;
- d) DDRPC pour montage en tableau (panneau commutateur et tableau de distribution exclus);
- e) DDRPC pour montage encastré dans le sol.

4.7 Classification selon les conditions d'environnement

4.7.1 Classification selon le degré de protection contre la pénétration de corps étrangers solides

- a) IP2X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un doigt et contre les effets nuisibles engendrés par la pénétration de corps étrangers solides d'un diamètre supérieur ou égal à 12,5 mm;

- b) IP4X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un fil et contre les effets nuisibles engendrés par la pénétration de corps étrangers solides d'un diamètre supérieur ou égal à 1,0 mm;
- c) IP5X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un fil et protégés contre les poussières.

4.7.2 Classification selon le degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable

- a) DDRPC ordinaires, c'est-à-dire avec un degré de protection IPX0 ou IPX1, lorsqu'ils sont montés sur une surface verticale pour usage normal;

NOTE Pour les besoins de la présente norme, le terme « ordinaire » s'applique uniquement au degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable.

- b) IPX4: DDRPC protégés contre les projections;
- c) IPX5: DDRPC protégés contre les pulvérisations.

4.7.3 Classification selon la plage de températures de l'air ambiant

- a) DDRPC destinés à une utilisation entre -5 °C et $+40\text{ °C}$;
- b) DDRPC destinés à une utilisation entre -25 °C et $+40\text{ °C}$.

4.8 Classification selon le type de bornes

- a) DDRPC avec bornes à vis;
- b) DDRPC avec bornes sans vis pour des conducteurs rigides uniquement;
- c) DDRPC avec bornes sans vis pour des conducteurs rigides et souples.

4.9 Classification selon la protection contre les surintensités

- a) DDRPC sans protection contre les surintensités incorporée;
- b) DDRPC avec protection contre les surintensités indépendante du système d'ouverture du DDR (par exemple un dispositif à fusible ou un système de fiches et socles à fusible);
- c) DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée au système d'ouverture du DDR:
 - 1) DDRPC bipolaire avec un ou deux pôles protégés contre les surcharges;
 - 2) DDRPC bipolaire avec un ou deux pôles protégés contre les surintensités;
 - DDRPC du type B;
 - DDRPC du type C.

5 Caractéristiques des DDRPC

5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un DDRPC doivent être déclarées de la façon suivante, le cas échéant:

- a) type de conception et méthode de montage (4.5 et 4.6);
- b) courant assigné I_n (5.2.1);
- c) caractéristiques de fonctionnement en cas de courants différentiels avec des composantes continues (5.2.7);
- d) courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ (5.2.2);
- e) courant différentiel de non-fonctionnement assigné, $I_{\Delta no}$, si différent de la valeur préférentielle (5.2.3);
- f) tension assignée U_n (5.2.4);
- g) fréquence assignée (5.2.5);
- h) pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m (5.3.1.4);

- i) pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$ (5.2.6);
- j) protection contre les surintensités:
 - 1) Classification selon 4.9), 4.9 b) et 4.9 c) 1):
 - i) courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} (5.3.1.2);
 - ii) courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ (5.3.1.3);
 - iii) caractéristique de surcharge (4.9 c) 1).
 - 2) Classification selon 4.9 c) 2):
 - i) pouvoir de court-circuit assigné I_{cn} ;
 - ii) déclenchement instantané du type B ou C.

5.2 Caractéristiques communes à tous les dispositifs à courant différentiel résiduel de socles

5.2.1 Courant assigné (I_n)

La valeur du courant, attribuée au DDRPC par le constructeur, que le dispositif peut supporter en service ininterrompu.

5.2.2 Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

La valeur du courant différentiel de fonctionnement (3.2.2), attribuée au DDRPC par le constructeur, pour laquelle le dispositif doit fonctionner dans des conditions spécifiées.

NOTE $I_{\Delta n}$ est exprimé par la valeur efficace du courant alternatif à la fréquence assignée.

5.2.3 Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

Valeur maximale du courant différentiel de non-fonctionnement (3.2.3), attribuée au DDRPC par le constructeur, pour laquelle le dispositif ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées.

5.2.4 Tension assignée (U_n)

La valeur efficace de la tension attribuée au DDRPC par le constructeur, qui désigne les caractéristiques de fonctionnement du dispositif (notamment les caractéristiques de fonctionnement en court-circuit).

5.2.5 Fréquence assignée

La valeur de la fréquence attribuée au DDRPC par le constructeur pour laquelle le dispositif fonctionne correctement dans des conditions spécifiées.

5.2.6 Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur efficace du courant différentiel présumé (3.4.7 et 3.4.9) qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

5.2.7 Caractéristiques de fonctionnement en cas de courant différentiel

5.2.7.1 DDRPC de type AC

DDRPC pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux, qu'ils soient appliqués brusquement ou qu'ils croissent lentement.

5.2.7.2 DDRPC de type A

DDRPC pour lequel le déclenchement est assuré pour

- des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux,
- des courants différentiels continus pulsés,
- des courants différentiels continus pulsés superposés à un courant continu lissé de 0,006 A,

avec ou sans commande par angle de phase, indépendamment de la polarité, qu'ils soient appliqués brusquement ou qu'ils croissent lentement.

5.3 Caractéristiques spécifiques aux DDRPC selon la protection contre les surintensités (voir 4.9)

5.3.1 DDRPC classés selon 4.9 a), 4.9 b) et 4.9 c) 1)

5.3.1.1 Coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits

L'association entre un dispositif de protection contre les courts-circuits et un DDRPC a pour objectif d'assurer une protection adéquate du dispositif contre les effets des courants de court-circuit.

Le constructeur du DDRPC doit spécifier les caractéristiques suivantes du dispositif de protection contre les courts-circuits:

- courant maximal en condition de court-circuit I^2t ;
- valeur maximale de courant de crête en condition de court-circuit I_p .

Tout dispositif de protection contre les courts-circuits, conforme à la norme IEC appropriée et dont les valeurs caractéristiques susmentionnées sont inférieures à celles spécifiées par le constructeur du DDRPC, peut être utilisé pour la protection du dispositif, à condition que le dispositif de protection contre les courts-circuits n'influence pas le service normal.

NOTE Au Royaume-Uni, il faut que le dispositif de protection contre les courts-circuits satisfasse à la BS 1362.

5.3.1.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

La valeur efficace du courant présumé, attribuée par le constructeur, qu'un DDRPC protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits peut supporter dans des conditions spécifiées, sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

NOTE Pour le courant conditionnel de court-circuit assigné attribué à un DDRPC coordonné à un dispositif donné de protection contre les courts-circuits, il est envisagé que ce type d'association soit capable de supporter tout courant de court-circuit jusqu'à la valeur assignée.

5.3.1.3 Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

La valeur du courant différentiel présumé, attribuée par le constructeur, qu'un DDRPC protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits peut supporter dans des conditions spécifiées, sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

NOTE Pour le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné attribué à un DDRPC coordonné à un dispositif donné de protection contre les courts-circuits, il est supposé que ce type d'association soit capable de supporter tout courant de court-circuit différentiel jusqu'à la valeur assignée.

5.3.1.4 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Valeur efficace du courant présumé (3.4.4) qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

5.3.2 Pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn}) pour DDRPC classé selon 4.9 c) 2)

Le pouvoir de court-circuit assigné d'un DDRPC est la valeur du pouvoir de coupure de court-circuit ultime attribué au DDRPC par le constructeur.

5.4 Valeurs préférentielles ou normalisées

5.4.1 Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée conformément à l'IEC 60038 sont les suivantes:

110 V – 120 V – 230 V.

5.4.2 Valeurs normalisées du courant assigné (I_n)

Les valeurs normalisées du courant assigné pour les tensions assignées jusqu'à 130 V sont les suivantes:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A.

Les valeurs normalisées du courant assigné pour les tensions assignées jusqu'à 250 V sont les suivantes:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A.

NOTE 1 En Corée, la valeur 32 A est également considérée comme valeur normalisée.

NOTE 2 En Australie, en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis, la valeur 15 A est également considérée comme valeur normalisée.

5.4.3 Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné sont les suivantes:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A.

NOTE En Corée et au Japon, la valeur 0,015 A est également considérée comme valeur normalisée.

5.4.4 Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

La valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement assigné est $0,5 I_{\Delta n}$.

NOTE La valeur de $0,5 I_{\Delta n}$ fait référence aux courants différentiels alternatifs de la fréquence de puissance uniquement.

5.4.5 Valeurs normalisées de la fréquence assignée

Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont les suivantes:

50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz.

5.4.6 Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

La valeur normalisée du pouvoir de fermeture et de coupure assigné est la suivante:

250 A.

Le facteur de puissance associé à cette valeur est donné dans le Tableau 31.

La valeur de I_m doit être supérieure ou égale à la valeur de $I_{\Delta m}$.

5.4.7 Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur normalisée du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné est la suivante:

250 A.

Le facteur de puissance associé à cette valeur est donné dans le Tableau 30.

5.4.8 Valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Les valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme une valeur normalisée.

5.4.9 Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme une valeur normalisée.

5.4.10 Valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})

Les valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné I_{cn} sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme valeur normalisée.

5.4.11 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement

5.4.11.1 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal pour le courant différentiel alternatif

Tableau 1 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel alternatif

I_{Δ} A	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal à			
	s			
	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}^a$	250 A
Toute valeur	0,3	0,15	0,04	0,04
^a La valeur 0,25 A peut être utilisée comme alternative à $5 I_{\Delta n}$. (La révision de cette valeur est à l'étude.)				

NOTE 1 Aux Etats-Unis, quand les temps de déclenchement sont spécifiquement relatifs au courant, les formules suivantes s'appliquent $T = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43}$ pour les défauts de résistance élevée et $T = 1,25 \left(\frac{10}{V}\right)^{1,43}$ pour les défauts de faible résistance.

5.4.11.2 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal pour un courant continu pulsé

Tableau 2 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour un courant différentiel continu pulsé

$I_{\Delta n}$ A	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal à						
	s						
	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}^a$	$10 I_{\Delta n}^b$	175 A
$\leq 0,010$		0,3		0,15		0,04	0,04
$> 0,010$	0,3		0,15		0,04		0,04
^a Pour un DDRPC avec $I_{\Delta n} = 0,030$ A, la valeur 0,35 A peut être utilisée en lieu et place de $7 I_{\Delta n}$.							
^b Pour un DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A, la valeur 0,5 A peut être utilisée en lieu et place de $10 I_{\Delta n}$.							
NOTE Des valeurs normalisées alternatives du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel continu pulsé, destinés à être utilisés dans un réseau biphasé avec un point milieu de 120 V, sont en cours d'étude.							

5.5 Domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)

Les domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané sont indiqués dans le Tableau 3:

Tableau 3 – Domaines de surintensité de déclenchement instantané

Type	Domaine
B	De $3 I_n$ à $5 I_n$ inclus
C	De $5 I_n$ à $10 I_n$ inclus

6 Marquage et autres informations sur le produit

6.1 Généralités

Les informations suivantes, comme indiqué dans le Tableau 4, doivent être fournies.

Tableau 4 – Position du marquage

	Marquage ou élément d'information	Position du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit lorsque installé	Sur le produit	Dans une brochure
A	Nom du constructeur ou sa marque de fabrique		X	
B	Désignation du type ou le numéro de série		X	
C	La ou les tensions assignées		X	
D	La ou les fréquences assignées (si différentes de 50 Hz ou 60 Hz)		X	
E1	Courant assigné pour les DDRPC selon 4.9 a) et b)		X ^a	
E2	Courant assigné pour les DDRPC selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2)	X ^b		
F1	Symbole  pour le type A		X	
F2	Symbole  pour le type AC		X	
G	Courant différentiel de fonctionnement assigné (en A ou mA)	X		
H	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné si différent de la valeur préférentielle			X
I	Pouvoir de fermeture et de coupure de court-circuit assigné (le cas échéant)			X
J	Courant conditionnel de court-circuit assigné si applicable, et dans ce cas, les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits associé, selon 5.3.1			X
K	Degré de protection (si différent de IP20)	X		
L	Position d'utilisation, si applicable			X
M	Plage de températures de fonctionnement, si classée selon 4.7.3 b) 		X	
N	Identification de l'appareil d'essai par la lettre « T » ou le mot « Test »	X		
O	Des moyens de différenciation entre les états « ouvert » et « fermé » du dispositif doivent être prévus. Pour les DDRPC autres que ceux manœuvrés au moyen de boutons-poussoirs, la position d'ouverture doit être indiquée par le symbole « O » et la position de fermeture par le symbole « I » (trait vertical court). Des symboles nationaux supplémentaires sont admis pour cette indication. A titre provisoire, l'utilisation de symboles nationaux comme indication unique des positions est admise. Ces indications doivent être facilement visibles lorsque le DDRPC est utilisé dans des conditions normalisées. Pour les DDRPC manœuvrés au moyen de deux boutons-poussoirs, le bouton-poussoir destiné à l'opération d'ouverture uniquement doit être ROUGE et/ou être marqué du symbole « O ». Dans ce cas, le bouton d'essai séparé ne doit pas être rouge mais doit être marqué de la lettre « T » ou du mot « Essai ». Si le bouton d'essai constitue le seul moyen d'ouverture, il conserve le marquage « T » ou « Essai », auquel cas la couleur rouge peut être utilisée. La couleur ROUGE ne doit être utilisée pour aucun autre bouton-poussoir du DDRPC. Si un bouton-poussoir est utilisé pour la fermeture du contact et est de toute évidence repéré comme tel, sa position enfoncée est suffisante pour indiquer la position de fermeture	X		
P	Le câble ou la borne FE doit être identifié(e) par le marquage « FE »		X	X
Q	Pour les dispositifs comportant des bornes de sortie, les bornes d'alimentation et de sortie doivent être clairement marquées (par exemple, avec les termes « alimentation » et « sortie » insérés près des bornes correspondantes ou par des flèches indiquant le sens du parcours de la puissance). Pour les dispositifs comportant des traversées, les traversées amont et aval doivent être clairement marquées (par exemple, « amont » et « traversée »)		X	
R	Les bornes destinées spécifiquement au branchement du neutre doivent être marquées avec la lettre N		X	
S	Information sur le dispositif de protection contre les surintensités incorporé, si applicable			X
T	Information sur la coordination avec le dispositif de protection			X

	Marquage ou élément d'information	Position du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit lorsque installé	Sur le produit	Dans une brochure
	amont, si applicable			
U	Toute information pertinente pour le montage correct, le cas échéant, l'installation et l'utilisation du produit doivent être fournies			X
V	Pouvoir de court-circuit assigné en ampères (I_{cn}) (le cas échéant)		X	
NOTE 1 Aux Etats-Unis, les informations données en G et K du présent tableau ne nécessitent pas d'être visibles.				
NOTE 2 Au Royaume-Uni, l'information donnée en B du présent tableau n'est pas utilisée.				
^a Ne doit pas être visible sur le produit lorsqu'il est installé comme en usage normal. ^b Pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 1), le courant assigné de la protection contre les surcharges est indiqué par le symbole "A", par exemple, 6A, et pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2), le courant assigné est indiqué sans le symbole « A » et précédé du symbole de surintensité de déclenchement instantané (B ou C), par exemple, B16.				

6.2 Marquage complémentaire pour bornes sans vis

Le marquage des DDRPC avec bornes sans vis doit comporter les éléments suivants:

- un marquage approprié indiquant la longueur de l'isolation à retirer avant d'insérer le conducteur dans la borne sans vis;
- une indication de la capacité à accepter uniquement des conducteurs rigides pour les DDRPC soumis à cette restriction.

Les marquages complémentaires doivent être apposés sur le DDRPC ou sur l'unité de conditionnement ou mentionnés dans une feuille d'instruction qui accompagne le DDRPC.

6.3 Marquage complémentaire des DDRPC avec connexion FE

L'information complémentaire suivante est requise dans les instructions du constructeur pour tous les DDRPC avec connexion FE:

« Ce dispositif fournira une protection aux installations dans lesquelles la boucle d'impédance à la terre ne doit pas dépasser la valeur R_e . ».

Le câble ou la borne FE doit être identifié par le marquage « FE ».

Les couleurs suivantes ne sont pas permises pour le câble FE: vert, jaune, bleu et vert-jaune.

Les instructions du constructeur doivent mentionner que le FE doit être connecté directement au PE et que les loopings ne sont pas autorisés.

La conformité est vérifiée par examen.

7 Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation

Les domaines d'application préférentiels, ainsi que les valeurs de référence des grandeurs/facteurs d'influence et leurs tolérances d'essai associées sont donnés dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Valeurs des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Domaines d'application préférentiels	Valeurs de référence	Tolérance d'essai
Température de l'air ambiant	-5 °C à +40 °C -25 °C à +40 °C (voir ^a , ^b et ^e)	-	Comme admise par l'essai
Altitude	Ne dépassant pas 2 000 m	-	-
Humidité relative: valeur maximale à 40 °C	50 % ^c	-	-
Champ magnétique externe	Ne dépassant pas cinq fois le champ magnétique terrestre dans toute direction	Champ magnétique terrestre	^d
Position	Comme indiqué par le constructeur, avec une tolérance de 5° dans toute direction ^d	Comme indiqué par le constructeur	2° dans toute direction
Fréquence	Valeur de référence ±5 %	Fréquence assignée comme indiquée par le constructeur	±2 %
Déformation de l'onde sinusoïdale	Inférieure ou égale à 5 %	Zéro	5 %
Degré de pollution	2	-	-
^a La valeur maximale de la température moyenne journalière est de +35 °C ou conforme aux normes nationales pour le socle dès que le produit est mis sur le marché. ^b Des valeurs hors des domaines peuvent être exigées lorsque des conditions climatiques plus sévères prédominent. ^c Des valeurs plus élevées d'humidité relative sont admises à une température inférieure (par exemple, 90 % à 20 °C). ^d Le dispositif doit être fixé de façon à ne subir aucune déformation susceptible d'affecter ses fonctions. ^e Pour les DDRPC dont la température de fonctionnement est comprise entre –5 °C et +40 °C, des limites extrêmes de –20 °C et +60 °C sont admissibles pendant le stockage et le transport, pour les DDRPC dont la température de fonctionnement est comprise entre –25 °C et +40 °C, les limites extrêmes sont –35 °C et +60 °C. Ces limites doivent être prises en compte à la conception des DDRPC.			

8 Exigences de construction et de fonctionnement

8.1 Généralités

Les DDRPC devant satisfaire à la présente norme doivent être conformes au domaine d'application et aux classifications appropriées.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par des essais selon le cas.

8.2 Informations et marquage

Le marquage apposé sur les DDRPC doit être indélébile et facilement lisible.

Les étiquettes destinées à fournir des informations permanentes ne doivent pas pouvoir être retirées facilement du dispositif.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par l'essai de 9.2.

8.3 Conception mécanique et électrique

8.3.1 Mécanisme

L'élément DDR du DDRPC doit être bipolaire.

Les contacts mobiles de tous les pôles des DDR doivent être couplés mécaniquement de sorte que tous les pôles se ferment et s'ouvrent effectivement ensemble, qu'ils soient manœuvrés manuellement ou automatiquement.

Des moyens de différenciation entre les états « ouvert » et « fermé » des contacts doivent être prévus.

Le mécanisme doit être à déclenchement libre et construit de façon telle que les contacts mobiles puissent rester uniquement dans la position de fermeture ou d'ouverture, même lorsque l'organe de manœuvre est abandonné manuellement dans une position intermédiaire.

Lorsque l'organe de manœuvre est utilisé pour indiquer la position des contacts, l'organe de manœuvre, une fois abandonné, doit automatiquement prendre la position correspondant à celle des contacts mobiles; dans ce cas, l'organe de manœuvre doit avoir deux positions de repos distinctes correspondant à la position des contacts, mais, pour l'ouverture automatique, une troisième position distincte de l'organe de manœuvre peut être prévue.

Si des symboles sont utilisés, ceux-ci doivent être « I » et « O » pour indiquer les positions fermée et ouverte, respectivement.

Si des couleurs sont utilisées, la couleur rouge doit indiquer la position de fermeture et la couleur verte la position d'ouverture.

Des symboles nationaux alternatifs peuvent être utilisés avec ou sans les symboles susmentionnés.

Le circuit de mise à la terre PE à l'intérieur du DDRPC, lorsqu'il existe, doit être continu et ne doit pas être affecté par le fonctionnement du DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par les essais de 9.3.

8.3.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les distances d'isolement et les lignes de fuite minimales exigées sont données dans le Tableau 6 qui est basé sur le fait que le DDRPC est conçu pour fonctionner dans un environnement avec le degré de pollution 2.

Toutefois, les distances d'isolement des points 1, 2, 3 et 4 peuvent être réduites à condition que les essais 9.13.2 soient conformes.

NOTE Les matériaux isolants sont classés en groupes de matériaux en fonction de leur indice comparatif de résistance aux courants de cheminement (IRC) selon 2.7.1.1 et 2.7.1.3 de l'IEC 60664-1:2007, et mesurés conformément à l'IEC 60112.

Les parties constitutives des cartes de circuits imprimés avec revêtement de type 2 conformément à l'IEC 60664-3 ne sont pas soumises à cette vérification.

Les circuits électroniques dont les distances d'isolement ou les lignes de fuite entre des conducteurs actifs (phase et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre, plus courtes que ce qui est exigé dans le Tableau 6 lorsque les contacts sont en position de fermeture, doivent être conformes à l'essai de 9.4

La conformité est vérifiée par examen et/ou mesure, ainsi que par les essais de 9.4 et de 9.5 pour les circuits électroniques, le cas échéant.

Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales

	Distances d'isolement minimales mm			Lignes de fuite minimales ^{e,f} mm											
				Groupe IIIa ^h (1 75 V ≤ CTI < 400 V) ^d				Groupe II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^d				Groupe I (600 V ≤ CTI) ^d			
	Tension assignée V			Tension locale V ^e											
Description:	120/240 120	120/240 240	230/400 230	>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250	
1 Entre parties actives qui sont séparées lorsque les contacts principaux sont en position d'ouverture	2,0 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	1,2	1,5	3,0		0,9	1,5	3,0		0,6	1,5	3,0	
2 Entre parties actives internes de polarité différente															
3 Entre parties actives internes et borne FE ou câbles FE ^j															
				Tension assignée du réseau d'alimentation V											
				120 / 240		230 / 400		120 / 240		230 / 400		120 / 240		230 / 400	
4 Entre parties actives et – les surfaces acces-sibles des organes de manœuvre – les vis ou autres organes de fixation des capots qui doivent être retirés lors du montage du DDRPC – la surface sur laquelle le DDRPC est monté ^b – les vis ou les autres organes de fixation du DDRPC ^b – les capots ou boîtes métalliques ^b – les autres parties métalliques accessibles ^c – les bâtis métalliques supportant un DDRPC pour montage encastré	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0			1,5	3,0			1,5	3,0		
5 Entre les parties métalliques du mécanisme et: – les parties métalliques accessibles ^c – les vis ou les autres organes de fixation du DDRPC – les bâtis métalliques supportant un DDRPC pour montage encastré															

- a Cette valeur peut être réduite à 1,2 mm au minimum à condition que les essais de 9.13.2 soient satisfaits.
- b Les valeurs sont doublées 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 le DDRPC est monté ne dépendent pas uniquement de la conception du DDRPC, de façon qu'elles puissent être réduites lorsque ce dernier est monté dans les conditions les plus défavorables.
- c Y compris une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant, qui sont accessibles après installation comme pour un usage normal. La feuille est poussée dans les coins, les rainures, etc., au moyen d'un doigt d'essai rigide et rectiligne.
- d Voir IEC 60112.
- e L'interpolation est admise lors de la détermination des lignes de fuite correspondant à des valeurs de tension intermédiaires par rapport à celles citées comme tension locale. Pour la détermination des lignes de fuite, voir l'Annexe B.
- f Les lignes de fuite ne peuvent pas être inférieures aux distances d'isolement associées.
- h Pour le groupe de matériaux IIIb (CTI < 175 V), les valeurs pour le groupe de matériaux IIIa multipliées par 1,6 s'appliquent.
- i Pour des tensions locales jusqu'à 25 V inclus, il peut être fait référence à l'IEC 60664-1.
- j Pour les besoins de cette exigence, ce qui suit s'applique:
– le FE est considéré en tant que PE;
– l'extrémité libre d'un fil FE n'est pas considérée.

8.3.3 Courant permanent dans le FE

Quand le neutre est connecté, la valeur du courant permanent dans le FE ne doit pas dépasser 0,5 mA.

Quand le neutre n'est pas connecté, la valeur du courant permanent ne doit pas dépasser 2 mA.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.26.

8.3.4 Vis, parties transportant le courant et les connexions

Les connexions électriques ne doivent pas être soumises à un vieillissement excessif.

8.3.4.1 Les connexions, qu'elles soient électriques ou mécaniques, doivent résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis mises en œuvre pour la connexion du DDRPC ne doivent pas être des vis du type auto-taraudeuses à découpe.

NOTE Les vis (ou écrous) qui sont mis en œuvre pour la connexion du DDRPC comprennent les vis pour la fixation des capots ou des plaques de recouvrement, mais pas les moyens de connexion pour les conduits filetés et pour la fixation de la base d'un DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 9.6.

8.3.4.2 Pour les vis s'engageant dans un filetage en matériau isolant et qui sont mises en œuvre lors du montage du DDRPC pendant l'installation, une introduction correcte de la vis dans le trou fileté ou l'écrou doit être assurée.

NOTE L'exigence concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple, au moyen d'un guidage de la vis à l'aide de 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.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai manuel décrit en 9.6.

8.3.4.3 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 de la céramique, du mica pur ou autres matières présentant des caractéristiques au moins

équivalentes, sauf si un retrait ou fléchissement éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le caractère approprié de la matière est estimé par rapport à la stabilité des dimensions.

8.3.4.4 Les parties transportant le courant, y compris celles des bornes (également les bornes de terre) doivent être constituées d'un métal ayant, dans les conditions observées avec le matériel, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion adaptées à leur utilisation prévue.

NOTE Les exemples de métaux appropriés, lorsqu'ils sont utilisés dans la plage de températures admissibles et dans des conditions normalisées de pollution chimique, sont les suivants:

- du cuivre;
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces obtenues par laminage (à froid) ou au moins 50 % de cuivre pour les autres pièces;
- de l'acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome et 0,09 % de carbone au maximum;
- un autre métal ou un métal avec revêtement adapté, tout aussi approprié à leur utilisation prévue.

Les exigences de ce paragraphe ne s'appliquent pas aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, éléments bimétalliques, shunts, parties des dispositifs électroniques ainsi qu'aux vis, écrous, rondelles, plaques de serrage ni aux parties similaires des bornes et parties du circuit d'essai.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par une analyse chimique.

8.3.5 Bornes

8.3.5.1 Bornes pour conducteurs externes

Les bornes pour conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés de sorte que la pression de contact nécessaire soit maintenue de façon permanente.

La conformité est vérifiée par l'essai de 9.7.

8.3.5.2 Bornes de traversée

L'accès aux bornes de traversée doit être possible uniquement par le retrait d'une cloison.

La conformité est vérifiée par examen.

8.4 Caractéristiques de fonctionnement

Les caractéristiques de fonctionnement des DDRPC doivent tenir compte des classifications et des exigences des paragraphes suivants selon le cas.

La conformité des paragraphes suivants est vérifiée par les essais de 9.8.

8.4.1 Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel

8.4.1.1 Courant différentiel alternatif

Tous les DDRPC doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel alternatif de la fréquence assignée dans les limites du courant de non-fonctionnement $I_{\Delta no}$ et du courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ conformément au Tableau 7.

8.4.1.2 Courant différentiel continu pulsé pour DDRPC de type A

Les DDRPC de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel continu pulsé de la fréquence assignée dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement conformément au Tableau 7.

Tableau 7 – Limites du courant de déclenchement

Type	Forme du courant	Courant de déclenchement		
		Courant de non-fonctionnement (limite inférieure)	Courant de fonctionnement (limite supérieure)	
			$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
AC et A	Courant alternatif	$0,5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	
A	Courant continu pulsé unique			
	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°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

Les limites de déclenchement s'appliquent indépendamment de la polarité du courant différentiel continu pulsé.

8.4.1.3 Courant différentiel continu pulsé en présence d'un courant continu lissé de repos de 0,006 A

Les DDRPC de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel continu pulsé de la fréquence assignée dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement conformément au Tableau 7, et ce également en cas de présence simultanée d'un courant continu lissé de 0,006 A circulant dans tout chemin du DDRPC.

Les limites de déclenchement du courant continu pulsé doivent être maintenues constantes si les polarités du courant différentiel continu pulsé et du courant continu lissé sont identiques.

8.4.2 Fonctionnement en réponse à la présence d'un courant différentiel dont la valeur est supérieure ou égale à la valeur du courant $I_{\Delta n}$

Le fonctionnement des DDRPC en réponse à l'application brusque d'un courant différentiel doit être conforme à la description des Tableaux 1 et 2.

8.5 Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage

Un DDRPC classé selon 4.2.1 b) ne doit pas permettre la connexion de l'alimentation à la partie socle et/ou les bornes d'alimentation lorsqu'un circuit d'alimentation est connecté directement aux bornes de traversée du DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.9.

NOTE En Australie et en Nouvelle-Zélande, 8.5 n'est pas applicable.

8.6 Appareil d'essai

Le DDRPC doit être muni d'un appareil d'essai conçu pour simuler le passage à travers le dispositif de détection d'un courant différentiel ne dépassant pas $2,5 I_{\Delta n}$ à la tension assignée, en vue de permettre la vérification périodique de l'aptitude au fonctionnement du DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.10.

Il ne doit pas être possible, lors du fonctionnement de l'appareil d'essai, d'alimenter le circuit côté aval lorsque le DDRPC est en position d'ouverture et connecté comme en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen.

Le conducteur de protection de l'installation ne doit pas être mis sous tension lorsque l'appareil d'essai est manœuvré.

La conformité est vérifiée par examen.

8.7 Echauffement

Les échauffements des parties d'un DDRPC spécifiés au Tableau 8, mesurés dans les conditions spécifiées en 9.11, ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées dans ce même tableau.

Le DDRPC ne doit pas subir de dommages de nature à affecter ses fonctions et son utilisation en toute sécurité.

Tableau 8 – Valeurs des échauffements

Parties a, b	Echauffement K
Bornes DDRPC pour connexions externes	60
Parties extérieures susceptibles d'être touchées en service normal	40
Autres parties extérieures, incluant cette face du DDRPC en contact direct avec la surface de montage	60
^a Il n'est pas spécifié de valeur pour les contacts, dans la mesure où la conception de la plupart des DDRPC est telle que la mesure directe de la température de ces parties ne peut pas être effectuée sans risquer de provoquer des altérations ou le déplacement de parties susceptibles d'affecter la reproductibilité des essais. L'essai de 9.11 est considéré suffisant pour la vérification indirecte du comportement des contacts vis-à-vis des échauffements non admissibles en service. ^b Il n'est pas spécifié de valeur pour les parties autres que celles indiquées, les parties adjacentes en matériau isolant ne devant toutefois pas subir de dommages.	

La conformité est vérifiée par les essais de 9.11.

8.8 Résistance à l'humidité

Les DDRPC doivent avoir des propriétés mécaniques adéquates permettant de supporter des conditions humides.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.12.

8.9 Propriétés diélectriques

Les DDRPC doivent avoir des propriétés diélectriques adéquates.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.13.

8.10 Conformité CEM et déclenchements indésirables

8.10.1 CEM

Les DDRPC doivent satisfaire aux exigences CEM appropriées.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.14.1.

8.10.2 Résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant produites par des ondes de surtension pour des DDRPC de valeur $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$

Les DDRPC doivent résister de manière adéquate aux ondes de courant à la terre produites par l'introduction des capacités dans la charge.

NOTE Des ondes de courant de ce type peuvent être dues à la capacité de charge, à des limiteurs de surtension ou à des amorçages.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.14.2.

8.11 Comportement des DDRPC en cas de surintensité

8.11.1 Pour tous les DDRPC

Les DDRPC doivent avoir une capacité adéquate en cas de surcharge ou dans des conditions de court-circuit.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.15 selon le cas.

8.11.2 Comportement des DDRPC classés selon 4.9 c) en cas de surintensité

Les caractéristiques de fonctionnement des DDRPC dans des conditions de surcharge et de surintensité doivent satisfaire aux exigences de 8.11.3 et de 8.11.3.1.

8.11.3 Zone temps-surintensité normalisée pour les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2)

La caractéristique de déclenchement des DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2) doit assurer une protection adéquate contre les surcharges et les surintensités sans fonctionnement prématuré.

La zone de la caractéristique temps-courant (caractéristique de déclenchement) d'un DDRPC est définie par les conditions et les valeurs indiquées dans les Tableaux 9 et 10.

Le Tableau 9 s'applique à tous les DDRPC selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2).

Le Tableau 10 s'applique en complément du Tableau 9 uniquement pour les DDRPC selon 4.9 c) 2).

Le Tableau 9 se rapporte à un DDRPC fixé conformément aux conditions de référence (voir 9.1), fonctionnant à la température de calibrage de référence de 30 °C, avec une tolérance de $^{+5}_{0} \text{ °C}$ (voir note du Tableau 9).

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés en 9.23.1.

La vérification est effectuée à toute température de l'air jugée commode, les résultats se référant à une température de 30 °C au moyen des informations fournies par le constructeur.

En aucun cas la variation du courant d'essai du Tableau 9 ne doit dépasser 1,2 % par degré K de variation de la température de calibrage.

Tableau 9 – Caractéristiques de fonctionnement temps-(sur)charge

Essai	Type	Courant d'essai	Condition initiale	Limites du temps de déclenchement ou de non-déclenchement	Résultats à obtenir	Observations
a	Tous types	$1,13 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t \leq 1 \text{ h}$	Pas de déclenchement	
b	Tous types	$1,45 I_n$	Immédiatement après l'essai ^{a)}	$t < 1 \text{ h}$	Déclenchement	Courant croissant régulièrement en moins de 5 s
c	Tous types	$2,55 I_n$	Etat froid ^{a)}	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$	Déclenchement	
^{a)} Le terme «état froid» signifie sans charge préalable, à la température de calibrage de référence.						

Tableau 10 – Caractéristiques de fonctionnement instantané

Essai	Type	Courant d'essai	Condition initiale	Limites du temps de déclenchement ou de non-déclenchement	Résultats à obtenir	Observations
d	B, C	$3 I_n$ $5 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t \leq 0,1 \text{ s}$	Pas de déclenchement	Courant obtenu par la fermeture d'un interrupteur auxiliaire
e	B, C	$5 I_n$ $10 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t < 0,1 \text{ s}$	Déclenchement	Courant obtenu par la fermeture d'un interrupteur auxiliaire
^{a)} Le terme «état froid» signifie sans charge préalable, à toute température de l'air jugée commode.						

8.11.3.1 Grandeurs conventionnelles

a) Temps conventionnel:

Le temps conventionnel est de 1 h.

b) Surintensité conventionnelle de non-déclenchement (I_{nt}):

La surintensité conventionnelle de non-déclenchement d'un DDRPC correspond à 1,13 fois son courant assigné.

c) Surintensité conventionnelle de déclenchement (I_t):

La surintensité conventionnelle de déclenchement d'un DDRPC correspond à 1,45 fois son courant assigné.

8.11.3.2 Caractéristiques de déclenchement

Les caractéristiques de déclenchement par surcharge et instantané des DDRPC doivent se situer à l'intérieur de la zone définie en 8.11.3.

8.11.3.3 Effet de la température de l'air ambiant sur la caractéristique de déclenchement par surintensité

Les températures ambiantes autres que la température de référence à l'intérieur des limites de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, ne doivent pas affecter de façon inacceptable la caractéristique de déclenchement par surintensité des DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.23.1.3.

8.12 Résistance de l'isolation aux tensions de choc

L'isolation d'un DDRPC doit avoir une résistance adéquate aux tensions de choc.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.16.

8.13 Endurance mécanique et électrique

Les DDRPC doivent être capables d'effectuer un nombre spécifié de manœuvres de fermeture et d'ouverture, ainsi que de fermeture et de coupure.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.17.

8.14 Résistance au choc mécanique

Les DDRPC doivent être capables de supporter les contraintes normalisées qui leur sont imposées pendant l'installation et l'utilisation.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.18.

8.15 Fiabilité

Les DDRPC doivent assurer une protection tout au long de leur durée de vie utile prévue, compte tenu du vieillissement dans des conditions de service vraisemblables.

La vérification est effectuée par les essais de 9.19 et 9.24.

8.16 Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC

Le vernis et l'émail ne sont pas considérés comme assurant un isolement suffisant pour les besoins du présent paragraphe.

8.16.1 Inaccessibilité des parties actives

Les DDRPC doivent être conçus et construits de sorte que lorsqu'ils sont montés et connectés selon les instructions du constructeur, les parties actives ne sont pas accessibles, même après le retrait des parties qui peuvent être retirées sans l'aide d'un outil.

Une partie est considérée comme accessible si on peut la toucher avec le doigt d'essai normalisé (voir Figure 1).

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.20.1.

8.16.2 Boutons accessibles, organes de manœuvre, etc.

Les parties accessibles, boutons, organes de manœuvre, boutons-poussoirs, bascules et analogues, doivent être constituées en matériau isolant, à moins que leurs parties métalliques accessibles ne soient séparées des parties métalliques du mécanisme par une double

isolation ou une isolation renforcée, ou comme solution alternative, soient correctement reliées à la terre.

La conformité est vérifiée par examen.

8.16.3 Les parties accessibles des DDRPC

Les parties accessibles doivent être constituées d'une matière isolante, à l'exception des éléments suivants:

- a) les petites vis et analogues qui sont isolées des parties actives et qui sont utilisées pour fixer les bases et les capots ou les plaques de recouvrement;
- b) les organes de manœuvre conformes à 8.16.2;
- c) les capots ou les plaques de recouvrement en métal conformes aux exigences de 8.16.3.1 ou 8.16.3.2;
- d) les tubes de socle prévus pour être connectés au PE et aux parties du circuit de mise à la terre.

8.16.3.1 Les capots ou les plaques de recouvrement en métal non prévus pour être mis à la terre doivent être protégés par une isolation supplémentaire réalisée par des revêtements ou des cloisons isolants

Les revêtements isolants ou les cloisons isolantes doivent:

- a) être fixés aux capots ou aux plaques de recouvrement ou au corps des interrupteurs de sorte qu'ils ne peuvent pas être retirés sans subir de dommages permanents;
- b) ou sont conçus de telle sorte que
 - i) ils ne peuvent pas être remis en place dans une position incorrecte;
 - ii) s'ils ne sont pas présents, les appareils ne peuvent pas être manœuvrés ou sont manifestement incomplets;
 - iii) il n'existe aucun risque de contact accidentel entre les parties actives et les capots ou les plaques de recouvrement métalliques, par exemple, par l'intermédiaire de leurs vis de fixation, même si un conducteur venait à s'éloigner de sa borne;
 - iv) des mesures de prévention sont prises afin d'empêcher que les valeurs des distances d'isolement ou des lignes de fuite ne deviennent inférieures aux valeurs spécifiées à l'Article 23 de l'IEC 60884-1.

La conformité est vérifiée par examen.

Les revêtements ou cloisons susmentionné(e)s doivent satisfaire aux essais des Articles 16 et 23 de l'IEC 60884-1:2002.

8.16.3.2 Mise à la terre des capots ou des plaques de recouvrement métalliques

La mise à la terre des capots ou des plaques de recouvrement métalliques est effectuée au moment de leur fixation et peut être réalisée sans nécessiter l'utilisation de moyens autres que les moyens de fixation; la connexion qui en résulte doit présenter une résistance faible.

NOTE Des vis de fixation ou autres moyens sont admis.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.20.1.

8.16.4 Degré de protection IP des DDRPC

Le degré de protection minimum des DDRPC doit être IP20.

La conformité des DDRPC avec un degré de protection supérieur à IP 20 est vérifiée par les essais de 9.20.2.

8.17 Résistance à la chaleur

Les DDRPC doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.21.

8.18 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Les parties extérieures des DDRPC en matériau isolant ne doivent pas être susceptibles de s'enflammer et de propager le feu si des parties transportant le courant, dans des conditions de défaut ou de surcharge, atteignent à leur voisinage une température élevée. La résistance à la chaleur anormale et au feu des autres parties en matériau isolant est considérée vérifiée par les autres essais de la présente norme.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.22.

8.19 Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant

Les DDRPC doivent fonctionner correctement dans une plage de températures comprise entre –5 °C et +40 °C.

Les DDRPC conformes à 4.7.3 b) doivent fonctionner correctement dans une plage de températures comprise entre –25 °C et +40 °C.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.8.5.

8.20 Résistance aux surtensions temporaires

Les DDRPC doivent résister de manière adéquate aux surtensions temporaires dues aux différents phénomènes (tels que défaut dans le réseau haute tension; coupure du neutre; court-circuit entre le conducteur de phase et le conducteur de neutre, etc.).

Les valeurs des niveaux de surtensions de résistance alternative et leur durée sont indiquées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Valeurs de résistance et durée des surtensions temporaires

Surtensions temporaires		
Circonstance	Niveau de tension	Durée
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^a	$1\,200\text{ V} + U_n$	5 s
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^a	$250\text{ V} + U_n$	1 h
Entre les 2 pôles	$\sqrt{3} \times U_n$	1 h
^a Uniquement pour DDRPC avec borne PE or FE.		

La conformité aux exigences ci-dessus est vérifiée par l'essai de 9.25.

9 Essais

9.1 Généralités

9.1.1 Conditions d'essai

Le DDRPC est monté individuellement, selon les instructions du constructeur, comme pour une utilisation normale (incluant, le cas échéant, la mise à la terre pour des raisons fonctionnelles connectée au PE via R_g) à l'air libre, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C, sauf spécification contraire, et est protégé contre un réchauffement ou un refroidissement externe excessif.

Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la fréquence assignée ± 5 %.

Les DDRPC conçus pour être installés dans des enveloppes individuelles sont soumis à l'essai dans la plus petite des enveloppes spécifiées par le constructeur.

Les DDRPC classés selon 4.2.2 doivent être soumis à l'essai sans socle(s) fixe(s) associé(s).

Le socle des DDRPC classés selon 4.2.1 doit être soumis à l'essai, conformément à l'IEC 60884-1, mais à la tension assignée du DDR.

Dans les pays où l'IEC 60884-1 n'est pas applicable, les exigences nationales pour les socles s'appliquent.

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à la tension $1,1 U_n$ selon le cas.

Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés

Courant assigné I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6

NOTE 1 Pour les conducteurs en cuivre AWG, voir l'Annexe C.

NOTE 2 Les valeurs supérieures à 30 A sont utilisées dans certains pays comme la Corée.

Pendant les essais, l'entretien ou le démontage des échantillons n'est pas autorisé.

Pour les essais de 9.4, 9.8, 9.11, 9.17 et 9.24, le DDRPC est connecté comme suit:

- les connexions sont effectuées au moyen de conducteurs à âme massive en cuivre, isolés au PVC, conformément au Tableau 12;
- la longueur minimale de chaque connexion provisoire de borne à borne est de 1 m.

Les couples de serrage qui doivent être appliqués aux vis des bornes correspondent aux deux tiers de ceux qui sont spécifiés dans le Tableau 20.

9.1.2 Vérification des caractéristiques des DDRPC

La vérification des caractéristiques des DDRPC est effectuée par les essais de type.

La liste des essais de type exigés par la présente norme est indiquée dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Liste des essais de type

Paragraphe de référence	Exigence	Paragraphe d'essai
8.1	Généralités	
8.2	Informations et marquage	9.2
8.3	Conception mécanique et électrique	9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.26
8.4	Caractéristiques de fonctionnement	9.8
8.5	Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage	9.9
8.6	Appareil d'essai	9.10
8.7	Echauffement	9.11
8.8	Résistance à l'humidité	9.12
8.9	Propriétés diélectriques	9.13
8.10	Conformité CEM et déclenchements indésirables	9.14
8.11	Comportement des DDRPC en cas de surintensité	9.15, 9.23
8.12	Résistance de l'isolation aux ondes de surtension	9.16
8.13	Endurance mécanique et électrique	9.17
8.14	Résistance au choc mécanique	9.18
8.15	Fiabilité	9.19, 9.24
8.16	Protection contre les chocs électriques	9.20
8.17	Résistance à la chaleur	9.21
8.18	Résistance à la chaleur anormale et au feu	9.22
8.19	Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant	9.8.5
8.20	Résistance à la surtension temporaire	9.25

9.2 Marquage et vérification de l'indélébilité du marquage

Le marquage doit satisfaire à l'exigence de l'Article 6.

L'essai portant sur l'indélébilité du marquage est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et pendant 15 s encore avec un chiffon de coton imbibé d'hexane aliphatique (avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, un indice de kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température de point sec d'environ 69 °C et une masse spécifique de 0,68 g/cm³).

Le marquage par empreinte, moulage ou gravure, n'est pas soumis à cet essai.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Après la totalité des essais spécifiés dans la présente norme, le marquage doit également être facilement lisible.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes, celles-ci ne devant pas se recroqueviller.

9.3 Vérification du mécanisme à déclenchement libre

9.3.1 Conditions générales d'essai

Le DDRPC est connecté et relié comme en usage normal.

Il est soumis à l'essai dans un circuit pratiquement résistif dont le schéma est indiqué à la Figure 2.

9.3.2 Procédure d'essai

S_1 , S_4 et le DDRPC ayant été préalablement fermés, on fait passer un courant différentiel égal à $1,5 I_{\Delta n}$ en fermant l'interrupteur S_2 et l'organe de manœuvre est maintenu dans la position de fermeture. Le DDRPC doit déclencher.

Cet essai est ensuite répété en réinitialisant et/ou en déverrouillant lentement le DDRPC pendant environ 1 s jusqu'à la position où le courant différentiel commence à s'écouler. Le déclenchement doit s'effectuer sans autre mouvement de l'organe de manœuvre.

Les deux essais sont effectués trois fois, au moins une fois sur chaque pôle prévu pour être raccordé à une phase.

NOTE Si le DDRPC est muni de plus d'un organe de manœuvre, le fonctionnement en déclenchement libre est vérifié pour chaque organe de manœuvre.

9.4 Essai pour la vérification des circuits électroniques

Les DDRPC ne doivent générer aucun risque d'incendie et/ou de choc dans des conditions anormales susceptibles de se produire en service.

Les conditions d'utilisation de tout composant d'un DDRPC doivent être conformes aux caractéristiques de fonctionnement indiquées par marquage sur le composant et/ou spécifiées dans les données fournies par le constructeur.

Lorsque les DDRPC sont exposés à des conditions anormales, aucune partie ne doit atteindre des températures susceptibles de générer un risque d'incendie dans l'environnement des DDRPC et aucune partie active ne doit être accessible.

La conformité est vérifiée en soumettant les DDRPC à l'essai thermique dans les conditions de défaut suivantes:

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués sur les DDRPC lors de leur installation, connexion et chargé comme spécifié en 9.11.

L'examen du DDRPC et de son schéma de circuit révèle les conditions de défaut devant être appliquées.

En règle générale, un échantillon distinct est soumis à chaque condition de défaut devant faire l'objet d'une vérification.

Chacune des conditions de défaut a) à e) suivantes doit être appliquée tour à tour. Un seul essai est effectué pour chacune des conditions de défaut suivantes:

- a) Court-circuit au niveau des distances d'isolement et des lignes de fuite, si dimensions plus petites que celles indiquées par la courbe A de la Figure 3, avec l'exception suivante:

Dans les exigences relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite entre les conducteurs (dont l'un peut être connecté à un pôle du réseau d'alimentation), présents sur

une carte de circuits imprimés, les valeurs données par la Figure 3 sont remplacées par les valeurs calculées à partir de la formule suivante:

$$\lg d = 0,78 \lg \frac{V}{300} \text{ avec un minimum de } 0,2 \text{ mm}$$

où

d est la distance en millimètres;

V est la valeur de crête de la tension en volts.

NOTE 1 Ces distances peuvent être déterminées en se référant à la Figure 4.

NOTE 2 Les valeurs réduites susmentionnées s'appliquent aux conducteurs proprement dits, mais non aux composants montés ou aux connexions soudées associées. Un revêtement en vernis ou analogue apposé sur des cartes de circuits imprimés n'est pas pris en compte dans le calcul des distances.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite, conformes aux exigences du Tableau 6 et les cartes de circuits imprimés avec un revêtement de type 2 conforme à l'IEC 60664-3, sont exclues de cet essai.

b) Court-circuit dans l'isolation constituée de revêtements en vernis ou en émail.

c) Court-circuit ou interruption de semi-conducteurs.

NOTE 3 Pour les circuits intégrés et autres dispositifs à semi-conducteurs comportant plus de deux bornes, le nombre d'essais réalisés ne permet pas de soumettre toutes les combinaisons de bornes à un circuit ouvert et/ou à un court-circuit. Dans ce cas, il est admissible d'analyser en premier lieu et de manière détaillée, par une étude, tous les défauts mécaniques, thermiques et électriques possibles susceptibles de se développer dans le DDRPC en raison du dysfonctionnement du dispositif électronique ou des autres composants de circuit. Seules les combinaisons correspondant aux défauts qui, sur la base de cette analyse, sont considérées comme susceptibles de produire la non-conformité du DDRPC avec les exigences des deux derniers alinéas de ce paragraphe, sont à examiner à l'aide de cette méthode.

d) Court-circuit des condensateurs électrolytiques;

e) Court-circuit ou déconnexion des résistances, inductances ou condensateurs.

NOTE 4 Il n'est pas nécessaire d'appliquer la condition e) si ces composants satisfont aux exigences de 9.5.

Les températures produites par les conditions de défaut sont mesurées pour les parties mentionnées dans le Tableau 14 après qu'un régime permanent ait été atteint ou après 4 h (selon la durée la plus courte) dans chacune des conditions de défaut a) à e).

Ces températures ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 14 pendant les essais b) et c). Elles peuvent dépasser les valeurs données dans le Tableau 14 pendant l'essai a).

Après les essais a) à e), les DDRPC peuvent ne plus être capables de satisfaire à toutes les exigences relatives à leurs performances, mais doivent en revanche satisfaire aux exigences de protection contre les chocs électriques selon 9.20.

9.5 Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques

Il s'agit d'exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques utilisés dans les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phases et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture.

9.5.1 Condensateurs

Les condensateurs doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60384-14.

Les types de condensateurs appropriés sont les suivants:

- X_1 ou X_2 lorsqu'ils se rapportent aux interférences;
- Y_1 ou Y_2 lorsqu'ils se rapportent au risque de chocs.

Ces condensateurs doivent comporter un marquage indiquant leur tension assignée en volts, leur capacité assignée en microfarads et leur température de référence en degrés Celsius ou le constructeur peut également fournir des fiches techniques.

9.5.2 Résistances et inductances

Les résistances et les inductances, dont le court-circuitage ou la déconnexion a entraîné la non-conformité avec les exigences de 9.4, doivent satisfaire aux exigences de sécurité pertinentes de l'IEC 60065.

Il n'est pas nécessaire de répéter les essais déjà effectués avec les résistances et les inductances conformes à l'IEC 60065.

Tableau 14 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales

Parties du DDRPC	Température maximale admissible dans des conditions anormales spécifiques °C
Parties accessibles	
Boutons, poignées, surfaces accessibles, enveloppes, si:	
– métalliques	100
– non-métalliques ^a	100
	^b
Surfaces internes d'enveloppes isolantes	135
Cordons d'alimentation et isolation de câblage avec: ^{c, f}	
– polychlorure de vinyle ou caoutchouc synthétique	135
– caoutchouc naturel	
Autres isolations ^c :	
– matières thermoplastiques ^d	^e
– papier non imprégné	105
– carton non imprégné	115
– coton, soie, papier et textile imprégné	125
– stratifiés à base de cellulose ou de textile, collés avec	
• du phénol-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-furfural ou du polyester	145
• de la résine époxyde	185
– moulages en	
• phénol-formaldéhyde, ou phénol-furfural, mélamine et mélamine composés phénoliques avec	
– agents de remplissage en cellulose	165
– agents de remplissage minéraux	185
• polyester thermodurcissable avec agents de remplissage minéraux	185
• résine alkyde avec agents de remplissage minéraux	185
– matières composites constituées de:	
• polyester avec armature en fibre de verre	185
• résine époxyde avec armature en fibre de verre	185
– caoutchouc silicone	225
Parties de matières thermoplastiques ^d agissant comme appui ou comme cloison mécanique	^e
Fils de bobinage isolés avec ^{c, f}	
• kapok non imprégné, etc.	110
• kapok imprégné, etc.	135
• matières oléorésineuses	170
• résines de polyvinyl-formaldéhyde ou polyuréthane	185
• résines de polyester	190
• résines de polyestérimide	215
Stratifications d'âme	Comme dans le cas des enroulements appropriés
Bornes et parties susceptibles de venir en contact avec le revêtement de câble lorsqu'il est installé.	135

NOTE Les valeurs données dans ce tableau proviennent du Tableau 3 de l'IEC 60065:2005.

- a Si cette température est supérieure à celle admise par la classe du matériau isolant approprié, la nature de ce matériau constitue l'élément décisif.
- b Les températures admissibles pour la partie interne des enveloppes isolantes sont celles indiquées pour les matériaux isolants appropriés.
- c Dans la présente norme, les températures admissibles sont basées sur l'expérience en service par rapport à la stabilité thermique des matériaux. Les matériaux cités constituent des exemples. Pour les matériaux pour lesquels des limites de température plus élevées sont revendiquées et pour les matériaux autres que ceux énumérés, il convient que les températures maximales ne dépassent pas celles qui se sont révélées satisfaisantes.
- d Le caoutchouc naturel et les caoutchoucs synthétiques ne sont pas considérés comme des matériaux thermoplastiques.
- e Il n'est pas possible de spécifier des températures admissibles pour les matériaux thermoplastiques du fait de leur diversité.
La méthode suivante doit être appliquée pour l'étude du matériau considéré:
a) une température de ramollissement du matériau est déterminée avec un échantillon distinct, dans les conditions spécifiées dans l'ISO 306, avec les modifications suivantes:
– la profondeur de pénétration est de 0,1 mm;
– la poussée totale de 10 N est appliquée avant la remise à zéro du comparateur à cadran ou la consignation de son relevé initial;
b) la limite de température à prendre en considération est la température de ramollissement proprement dite.
- f La possibilité d'augmenter les valeurs pour les fils et les câbles avec un revêtement isolant en polychlorure de vinyle résistant à la chaleur est en cours d'étude.

9.6 Essai de fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions

La conformité avec les exigences de 8.3.4 est vérifiée par examen et, pour les vis et écrous qui sont manœuvrés lors de la connexion du DDRPC, par l'essai suivant.

Les vis ou les écrous sont serrés et desserrés

- 10 fois pour les vis avec engagement dans un filetage en matériau isolant,
- 5 fois dans tous les autres cas.

Les vis ou écrous avec engagement dans un filetage en matériau isolant sont complètement retirés et réinsérés à chaque fois.

L'essai est effectué au moyen d'un tournevis d'essai ou d'une clé approprié(e), en appliquant le couple indiqué au Tableau 15.

Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par à-coups.

L'essai est effectué avec des conducteurs rigides ayant les sections les plus élevées spécifiées au Tableau 12. Le conducteur est retiré chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré(e).

Tableau 15 – Diamètres des filetages et couples appliqués

Diamètre nominal du filetage mm		Couple Nm	
Supérieur à	Jusques et y compris	I ^a	II ^b
–	2,8	0,2	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0
^a La colonne I s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis. ^b La colonne II s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis.			

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit être constaté aucun dommage, tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers, susceptible de nuire à l'usage ultérieur du DDRPC.

De plus, les enveloppes et les capots ne doivent pas être endommagés.

9.7 Bornes à vis et bornes sans vis

9.7.1 Bornes à vis pour conducteurs extérieurs en cuivre

9.7.1.1 Les DDRPC doivent être munis de bornes qui doivent permettre la connexion convenable de conducteurs en cuivre ayant les sections nominales indiquées au Tableau 16.

Tableau 16 – Relation entre le courant assigné et les sections nominales des conducteurs en cuivre à connecter

Courant et type de DDRPC	Conducteurs en cuivre rigides (massifs ou câblés) ^c		Conducteurs en cuivre souples	
	Section nominale mm ²	Diamètre du conducteur le plus gros mm	Section nominale mm ²	Diamètre du conducteur le plus gros mm
6 A	–	–	De 0,75 à 1,5 compris	1,73
10 A 2P et 2P+ 	De 1 à 2,5 compris ^a	2,13	–	–
13 A et 16 A 2P et 2P + 	De 1,5 à 2 x _b 2,5 compris	2,13	–	–
20 A 2P et 2P + 	De 1,5 à 4 compris	2,72	–	–
32 A ^{d)} 2P +	De 2,5 à 10 compris	4,32	–	–
^a La borne doit permettre le raccordement de deux conducteurs de 1,5 mm ² ayant un diamètre de 1,45 mm. ^b Certains pays exigent le repiquage de trois conducteurs de 2,5 mm ² , ou de deux conducteurs de 4 mm ² . ^c L'emploi de conducteurs souples est permis. ^d Cette valeur est pour la Corée.				

Le logement des conducteurs doit être au minimum celui spécifié aux Figures 5, 6, 7 ou 8.

La conformité est vérifiée par examen, par mesure et par introduction de conducteurs de la plus petite et de la plus grande des sections nominales spécifiées.

9.7.1.2 Les bornes à vis doivent permettre le raccordement du conducteur sans préparation spéciale.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le terme «préparation spéciale» comprend l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation de cosses, la formation d'œillets, etc., mais ne comprend 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.

9.7.1.3 Les bornes à vis doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs doivent avoir un pas métrique ISO ou un pas comparable en filetage et en résistance mécanique.

Les vis ne doivent pas être en métal doux ou sujet à craquelures, tel que le zinc ou l'aluminium.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.1.6 et 9.7.1.8.

NOTE Provisoirement, les pas SI, BA et UN sont considérés comme comparables en filetage et en résistance mécanique au pas métrique ISO.

9.7.1.4 Les bornes à vis doivent résister à la corrosion.

Les bornes dont le corps est fait de cuivre ou d'alliage de cuivre, tel que spécifié en 8.3.4, sont considérées comme répondant à cette exigence.

9.7.1.5 Les bornes à vis doivent être conçues et construites de manière qu'elles serrent le ou les conducteurs sans lui ou leur occasionner de dommage excessif.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

La borne est placée dans l'appareil d'essai selon la Figure 9 et est équipée d'un ou de plusieurs conducteurs rigides, massifs, câblés et/ou de câbles souples conformément au Tableau 16 d'abord avec des conducteurs de la plus petite section et ensuite avec des conducteurs de la plus grande section nominale, la ou les vis ou le ou les écrous de serrage étant serrés avec le couple de valeur conforme au Tableau 15.

Lorsqu'il n'existe pas de conducteurs rigides câblés, l'essai peut être effectué avec des conducteurs rigides massifs uniquement. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais supplémentaires.

La longueur du conducteur d'essai doit être de 75 mm supérieure à la hauteur (H) spécifiée au Tableau 17.

L'extrémité du conducteur est passée à travers un manchon de taille appropriée dans un plateau placé à une hauteur (H) en dessous de l'équipement comme indiqué au Tableau 17. Le manchon est placé dans un plan horizontal de telle manière que sa ligne médiane décrive un cercle de 75 mm de diamètre, concentrique par rapport au centre de l'organe de serrage, dans le plan horizontal; on fait alors tourner le plateau à une vitesse de (10 ± 2) r/min.

La distance entre l'entrée de l'organe de serrage et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur ± 15 mm spécifiée au Tableau 17. Le manchon peut être lubrifié afin d'empêcher la retenue, la torsion ou la rotation du conducteur isolé.

Une masse telle que spécifiée au Tableau 17 est suspendue à l'extrémité du conducteur. La durée de l'essai est de 15 min environ.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit ni s'échapper de l'organe de serrage ni se casser près de l'organe de serrage et il ne doit pas être endommagé de façon telle qu'il soit rendu impropre à un usage ultérieur.

L'essai doit être répété avec des conducteurs rigides massifs lorsqu'ils existent, si le premier essai a été effectué avec des conducteurs rigides câblés.

Tableau 17 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre

Section nominale de conducteur mm ²	Diamètre du trou du manchon ^a mm	Hauteur H mm	Masse pour le conducteur kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE 1 Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm ² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).			
NOTE 2 Pour les conducteurs de cuivre AWG, voir l'Annexe C.			
^a Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est la plus proche.			

9.7.1.6 Les bornes à vis doivent être conçues de manière qu'elles serrent le conducteur de façon fiable entre des surfaces métalliques.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de conducteurs rigides massifs ou câblés, pour socles fixes, et de conducteurs souples, pour fiches et socles mobiles, de la plus petite section nominale et de la plus grande section nominale spécifiées au Tableau 16, les vis de la borne étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui mentionné dans la colonne appropriée du Tableau 15.

Si la vis a une tête hexagonale fendue, le couple appliqué est égal aux deux tiers de celui qui est indiqué dans la colonne 3 du Tableau 15.

Chaque conducteur est ensuite soumis à une traction comme indiqué au Tableau 18, appliquée sans à coups pendant 1 min dans la direction de l'axe du logement du conducteur.

Tableau 18 – Valeurs pour l'essai de traction appliqué aux bornes à vis

Section nominale de conducteurs acceptée par la borne mm ²	Traction N
Supérieure à 0,75 jusqu'à 1,5 compris	40
Supérieure à 1,5 jusqu'à 2,5 compris	50
Supérieure à 2,5 jusqu'à 4 compris	50
NOTE Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm ² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).	

Si l'organe de serrage est prévu pour deux ou trois conducteurs, la traction appropriée est appliquée successivement à chaque conducteur.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit pas se déplacer de façon appréciable dans la borne.

9.7.1.7 Les bornes à vis doivent être conçues ou placées de manière telle que ni un conducteur rigide massif ni un brin d'un conducteur câblé ne puissent s'échapper alors que les vis ou écrous sont serrés.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de conducteurs ayant la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 19.

Les bornes des socles fixes sont vérifiées avec des conducteurs rigides massifs et des conducteurs rigides câblés.

Les bornes des fiches et des socles mobiles sont vérifiées avec des conducteurs souples.

Les bornes prévues pour le repiquage de deux ou trois conducteurs sont vérifiées en les équipant du nombre de conducteurs admissible.

Les bornes sont équipées de conducteurs ayant la constitution indiquée au Tableau 19.

Tableau 19 – Constitution des conducteurs

Section nominale mm ²	Nombre de fils (<i>n</i>) et diamètre nominal des conducteurs <i>n</i> × mm		
	Conducteur souple	Conducteur rigide massif	Conducteur rigide câblé
0,75	24 × 0,20	–	–
1,0	32 × 0,20	1 × 1,13	7 × 0,42
1,5	30 × 0,25	1 × 1,38	7 × 0,52
2,5	50 × 0,25	1 × 1,78	7 × 0,67
4,0	56 × 0,30	1 × 2,25	7 × 0,86

NOTE Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).

Avant insertion dans l'organe de serrage de la borne, les brins des conducteurs rigides (massifs ou câblés) sont redressés; les conducteurs rigides câblés peuvent être, en outre, torsadés pour les remettre approximativement dans leur forme initiale; les conducteurs souples sont torsadés dans un sens de telle sorte que l'on réalise une torsion uniforme d'un tour complet sur une longueur approximative de 20 mm.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage de la borne sur la distance minimale prescrite ou, dans le cas où aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement d'un brin.

La vis de serrage est alors serrée avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 20.

Pour les conducteurs souples, l'essai est répété avec un nouveau conducteur qui est torsadé comme précédemment mais en sens inverse.

Après l'essai, aucun brin des conducteurs ne doit s'être échappé de l'organe de serrage réduisant ainsi les lignes de fuite et les distances d'isolement en dessous des valeurs indiquées au Tableau 6.

9.7.1.8 Les bornes à vis doivent être fixées ou situées dans le DDRPC de façon que lorsque les vis ou écrous de serrage sont serrés ou desserrés, les bornes ne prennent pas de jeu par rapport à leur fixation sur les appareils.

NOTE 1 Ces exigences n'impliquent pas que les bornes soient conçues de manière telle que leur rotation ou déplacement soient empêchés, mais tout mouvement est suffisamment limité pour empêcher la non-conformité avec la présente norme.

NOTE 2 L'utilisation d'une matière de remplissage ou d'une résine est considérée comme suffisante pour empêcher une borne de prendre du jeu à condition que

- la matière de remplissage ou la résine ne soit pas soumise à des contraintes en usage normal, et
- l'efficacité de la matière de remplissage ou de la résine ne soit pas altérée par les températures atteintes par la borne dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans la présente norme.

La conformité est vérifiée par examen, par mesure et par l'essai suivant.

Un conducteur rigide massif en cuivre de la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 16 est introduit dans la borne.

Lorsqu'il n'existe pas de conducteurs rigides massifs, l'essai peut être effectué avec des conducteurs rigides câblés.

Avant insertion dans l'organe de serrage de la borne, les brins des conducteurs rigides (massifs ou câblés) sont redressés; les conducteurs rigides câblés peuvent être, en outre, torsadés pour les remettre approximativement dans leur forme initiale.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage de la borne sur la distance minimale prescrite ou, dans le cas où aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement d'un brin.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés cinq fois au moyen d'un tournevis ou d'une clé d'essai approprié(e), le couple appliqué lors du serrage étant égal à la plus grande des valeurs du couple indiquées dans la colonne appropriée du Tableau 20 ou dans le tableau des Figures 5, 6 ou 7 appropriées,

Le conducteur est déplacé chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale fendue, on effectue uniquement l'essai avec le tournevis, avec les valeurs du couple données dans la colonne 3 du Tableau 20.

Tableau 20 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
	1 ^a	2 ^b	3 ^c
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	–
Au-dessus de 2,8 et jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	–
Au-dessus de 3,0 et jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	–
Au-dessus de 3,2 et jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	–
Au-dessus de 3,6 et jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
Au-dessus de 4,1 et jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,2
Au-dessus de 4,7 et jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	1,4
^a La colonne 1 s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis. ^b La colonne 2 s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis et aux vis et écrous qui sont serrés par d'autres moyens qu'un tournevis. ^c La colonne 3 s'applique aux écrous des bornes à capots taraudés qui sont serrées au moyen d'un tournevis.			

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit être constaté aucun dommage tel que bris de vis ou détérioration des têtes, fentes (rendant impossible l'utilisation du tournevis approprié), des filetages, des rondelles ou des étriers susceptible de nuire à l'usage ultérieur des bornes.

NOTE 3 Pour les bornes à capots taraudés, le diamètre nominal spécifié est celui de la tige fendue.

NOTE 4 Il convient que la forme de la lame du tournevis d'essai soit adaptée à la tête de la vis à soumettre à l'essai.

NOTE 5 Il convient de ne pas serrer les vis et les écrous par à-coups.

9.7.1.9 Les vis ou écrous de serrage des bornes de terre à vis de serrage doivent être convenablement protégés 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 un essai manuel.

NOTE En général, les modèles de bornes représentés aux Figures 5, 6, 7 et 8 procurent une élasticité suffisante pour répondre à cette exigence; pour d'autres modèles, des dispositions spéciales, telles que l'utilisation d'une pièce élastique adéquate non susceptible d'être retirée de manière intempestive, peuvent être nécessaires.

9.7.1.10 Les bornes de terre à vis de serrage doivent être telles qu'il n'existe aucun risque de corrosion résultant du contact entre elles et le cuivre du conducteur de terre ou tout autre métal qui se trouve en contact avec elles.

Le corps des bornes de terre doit être en laiton ou un autre métal présentant une résistance similaire à la corrosion, à moins qu'il ne fasse partie du cadre ou de l'enveloppe métallique; dans ce cas, la vis ou l'écrou doit être en laiton ou un autre métal présentant une résistance similaire à la corrosion.

Si le corps de la borne de terre fait partie d'un cadre ou d'une enveloppe en alliage d'aluminium, des mesures de prévention doivent être prises pour éviter le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Les vis ou les écrous en acier traité pour supporter l'essai de corrosion sont considéré(e)s comme étant constitué(e)s d'un métal de même résistance à la corrosion que le laiton.

9.7.1.11 Pour les bornes à trou, la distance entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond, doit être au moins celle spécifiée à la Figure 5.

NOTE La distance minimale entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur s'applique uniquement aux bornes à trou que le conducteur ne peut pas traverser directement.

Pour les bornes à capots taraudés, la distance entre la partie fixe et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond, doit être au moins celle spécifiée à la Figure 8.

La conformité est vérifiée par mesure, après avoir introduit et serré à fond un conducteur massif de la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 16.

9.7.2 Bornes sans vis pour conducteurs extérieurs en cuivre

9.7.2.1 Les bornes sans vis peuvent être soit du type prévu uniquement pour les conducteurs rigides en cuivre, soit du type convenant à la fois aux conducteurs rigides et aux conducteurs souples en cuivre.

Pour ce dernier type, les essais sont effectués tout d'abord avec des conducteurs rigides, puis répétés avec des conducteurs souples.

NOTE Ce paragraphe ne s'applique pas aux DDRPC équipés de:

- bornes sans vis nécessitant la fixation de pièces spéciales sur les conducteurs avant leur serrage dans la borne sans vis, par exemple, les raccords de connexion à clips;
- bornes sans vis nécessitant un torsadage des conducteurs, par exemple, celles avec épissures;
- bornes sans vis assurant un contact direct avec les conducteurs au moyen de lames ou de pointes pénétrant à travers l'enveloppe isolante.

9.7.2.2 Les bornes sans vis doivent être munies de deux organes de serrage permettant chacun le raccordement convenable de conducteurs rigides ou de conducteurs en cuivre rigides et souples ayant les sections nominales indiquées au Tableau 21.

Tableau 21 – Correspondance entre le courant assigné et les sections des conducteurs en cuivre raccordables des bornes sans vis

Courant assigné A	Conducteurs		
	Section nominale mm ²	Diamètre du plus grand conducteur rigide mm	Diamètre du plus grand conducteur souple mm
De 10 à 16 inclus	De 1,5 à 2,5 inclus	2,13	2,21

Lorsque deux conducteurs doivent être raccordés, chaque conducteur doit être introduit dans un organe de serrage séparé indépendant (mais pas nécessairement dans des trous séparés).

La conformité est vérifiée par examen et par l'insertion de conducteurs de la plus petite et de la plus grande des sections nominales spécifiées.

9.7.2.3 Les bornes sans vis doivent permettre le raccordement du conducteur sans préparation spéciale.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le terme «préparation spéciale» comprend l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation d'embouts, etc., mais ne comprend 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.

9.7.2.4 Les parties des bornes sans vis principalement destinées au passage du courant doivent être constituées de matériaux conformes aux spécifications données en 8.3.4.

La conformité est vérifiée par examen et par analyse chimique.

NOTE Les ressorts, organes élastiques, plaquettes de serrage et organes analogues ne sont pas considérés comme des parties principalement destinées au passage du courant.

9.7.2.5 Les bornes sans vis doivent être conçues de telle façon qu'elles serrent les conducteurs spécifiés avec une pression de contact suffisante et sans dommage excessif pour le conducteur.

Le conducteur doit être serré entre des surfaces métalliques.

NOTE Les conducteurs sont considérés comme endommagés de manière excessive s'ils présentent des empreintes profondes ou tranchantes appréciables.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.6 La façon de réaliser l'insertion et la déconnexion des conducteurs doit être facile à reconnaître.

La déconnexion prévue d'un conducteur doit nécessiter une opération, autre qu'une seule traction sur le conducteur, susceptible d'être effectuée manuellement à l'aide ou non d'un outil d'usage courant.

Il ne doit pas être possible de confondre l'ouverture prévue pour l'utilisation d'un outil qui permet la connexion ou la déconnexion avec l'ouverture prévue pour le conducteur.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.7 Les bornes sans vis destinées à être utilisées pour l'interconnexion d'au moins deux conducteurs doivent être conçues de façon que:

- lors de l'insertion, le fonctionnement de l'organe de serrage d'un des conducteurs soit indépendant du fonctionnement de celui de l'autre ou des autres conducteurs;
- lors de la déconnexion, les conducteurs puissent être déconnectés soit en même temps soit séparément;
- chaque conducteur soit introduit dans un organe de serrage séparé (pas nécessairement dans des orifices séparés);
- il soit possible de serrer de façon sûre tout nombre de conducteurs jusqu'au nombre maximum prévu.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais manuels avec les conducteurs appropriés (en nombre et en dimensions).

9.7.2.8 Les bornes sans vis des DDRPC fixes doivent être conçues de façon telle que l'insertion convenable du conducteur apparaisse de manière évidente et qu'une mauvaise insertion soit empêchée par une butée, si une insertion ultérieure est susceptible de réduire les lignes de fuite et/ou distances d'isolement prescrites au Tableau 6 ou d'influencer le fonctionnement du DDRPC.

NOTE Pour l'application de cette exigence, une indication appropriée de la longueur de l'isolant à enlever avant l'introduction du conducteur dans la borne sans vis peut être soit portée sur le DDRPC, soit donnée dans une notice d'instructions jointe au DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.9 Les bornes sans vis doivent être fixées correctement au DDRPC.

Elles ne doivent pas prendre de jeu lors de la connexion ou de la déconnexion des conducteurs pendant l'installation.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

Un recouvrement par de la matière de remplissage sans autre moyen de blocage n'est pas suffisant. Des résines autodurcissables peuvent cependant être utilisées pour bloquer les bornes qui ne sont pas soumises à des efforts mécaniques en usage normal.

9.7.2.10 Les bornes sans vis doivent supporter les contraintes mécaniques se produisant en usage normal.

La conformité est vérifiée par les essais suivants, qui sont effectués avec des conducteurs non isolés sur une borne sans vis de chaque échantillon, en utilisant un nouvel échantillon pour chaque essai.

L'essai est effectué avec des conducteurs rigides massifs en cuivre, d'abord avec des conducteurs de la plus grande section nominale, puis avec des conducteurs de la plus petite section nominale spécifiée au Tableau 21.

Les conducteurs sont connectés et déconnectés cinq fois, des conducteurs neufs étant utilisés à chaque fois sauf à la cinquième fois, lorsque les conducteurs utilisés pour la quatrième connexion étant alors serrés au même endroit. Pour chaque connexion, les conducteurs sont poussés aussi loin que possible dans la borne ou sont insérés de façon qu'un raccordement convenable soit évident.

Après chaque connexion, le conducteur est soumis à une force de traction ayant la valeur indiquée dans le Tableau 22, la force de traction étant appliquée sans secousses pendant 1 min suivant l'axe longitudinal du logement du conducteur.

Tableau 22 – Valeur pour l'essai de traction aux bornes sans vis

Courant assigné A	Force de traction N
De 10 à 16 inclus	30

Pendant l'application de la traction le conducteur ne doit pas sortir de la borne sans vis.

L'essai est alors répété avec des conducteurs rigides câblés, en cuivre, de la plus grande et de la plus petite des sections nominales spécifiées en 9.7.2.2. Ces conducteurs ne sont toutefois connectés et déconnectés qu'une seule fois.

Les bornes sans vis prévues aussi bien pour des conducteurs rigides que pour des conducteurs souples doivent également être soumises à l'essai avec des conducteurs souples, en effectuant cinq connexions et cinq déconnexions.

Pour les DDRPC fixes avec bornes sans vis, chaque conducteur est soumis pendant 15 min à un mouvement circulaire de (10 ± 2) r/min, en utilisant un appareil dont un exemple est donné à la Figure 9. Pendant cet essai, une masse ayant la valeur indiquée au Tableau 23 est suspendue à l'extrémité du conducteur.

Tableau 23 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre

Section nominale du conducteur mm ²	Diamètre du trou du manchon ^a mm	Hauteur H mm	Masse pour le conducteur kg
0,5	6,5	260	0,3
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9

NOTE Pour les conducteurs en cuivre AWG¹, voir l'Annexe C.

^a Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est la plus proche.

¹ AWG: en anglais: American Wire Gauge.

Pendant l'essai, les conducteurs ne doivent pas se déplacer de manière notable dans l'organe de serrage.

Après ces essais, ni les bornes ni les organes de serrage ne doivent avoir pris de jeu et les conducteurs ne doivent présenter aucune détérioration nuisant à leur emploi ultérieur.

9.7.2.11 Les bornes sans vis doivent supporter les contraintes électriques et thermiques se produisant en usage normal.

La conformité est vérifiée par les essais suivants a) et b), qui sont effectués sur cinq bornes sans vis de DDRPC n'ayant été utilisés pour aucun autre essai.

Les deux essais sont effectués avec des conducteurs en cuivre neufs.

- a) L'essai est effectué en faisant passer dans les bornes sans vis, pendant 1 h, un courant alternatif, comme spécifié au Tableau 24, et en raccordant les conducteurs massifs rigides de 1 m de long et ayant les sections nominales spécifiées dans le même tableau.

L'essai est effectué sur chaque organe de serrage.

Tableau 24 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques en usage normal sur les bornes sans vis

Courant assigné A	Courant d'essai A	Section nominale du conducteur mm ²
10	17,5	1,5
16	22	2,5
NOTE 1 Pour les DDRPC ayant des courants assignés inférieurs à 10 A, le courant d'essai est déterminé proportionnellement et la section nominale des conducteurs est de 1,5 mm ² .		
NOTE 2 Pour les DDRPC ayant des courants assignés inférieurs à 16 A et supérieurs à 10 A, le courant d'essai est déterminé proportionnellement et la section nominale des conducteurs est de 2,5 mm ² .		

Pendant l'essai, on ne fait pas passer le courant à travers le DDRPC, mais uniquement à travers les bornes.

Immédiatement après cette période, la chute de tension dans chaque borne sans vis est mesurée sous le courant assigné.

En aucun cas la chute de tension ne doit dépasser 15 mV.

Les mesures sont effectuées à travers chaque borne sans vis et aussi près que possible de la zone de contact.

Si le raccordement en arrière de la borne n'est pas accessible, les échantillons peuvent être convenablement préparés par le constructeur; on doit par ailleurs veiller à ne pas compromettre le comportement des bornes.

On doit veiller à s'assurer que, pendant la période de l'essai, y compris les mesures, les conducteurs et les dispositifs de mesure ne sont pas déplacés de manière notable.

- b) Les bornes sans vis déjà soumises à la détermination de la chute de tension spécifiée dans l'essai du point a) précédent sont soumises à l'essai comme suit:

Pendant l'essai, on fait passer un courant égal à la valeur du courant d'essai indiquée au Tableau 24.

Aucune partie de l'installation d'essai, y compris les conducteurs, ne doit être déplacée tant que les mesures de la chute de tension n'ont pas été achevées.

Les bornes sont soumises à 192 cycles de température, chaque cycle ayant une durée d'environ 1 h et étant exécuté comme suit:

- le courant circule pendant environ 30 min;
- aucun courant ne circule pendant une période supplémentaire d'environ 30 min.

La chute de tension de chaque borne sans vis est déterminée comme spécifié pour l'essai de a) après chacun des 24 cycles de température et après achèvement des 192 cycles de température.

En aucun cas la chute de tension ne doit dépasser la plus petite des deux valeurs suivantes, à savoir 22,5 mV ou deux fois la valeur mesurée après le 24^e cycle.

Après cet essai, un examen effectué avec une vue normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire ne doit déceler aucune modification empêchant indiscutablement une utilisation ultérieure telle que craquelures, déformations ou modifications similaires.

De plus, l'essai de résistance mécanique selon 9.7.2.10 est répété, et tous les échantillons doivent y résister.

9.7.2.12 Les bornes sans vis doivent être conçues de telle façon que le conducteur massif rigide qui y est relié reste serré même lorsqu'il a subi une déflexion pendant son installation normale, par exemple, pendant le montage dans une boîte, et que la contrainte en résultant est transférée à l'organe de serrage.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant, effectué sur trois échantillons de DDRPC n'ayant été utilisés pour aucun autre essai.

L'appareil d'essai dont le principe est indiqué à la Figure 10a doit être construit de façon telle que

- un conducteur spécifié, convenablement introduit dans une borne, puisse subir une déflexion dans l'une quelconque des 12 directions situées à 30° l'une de l'autre, avec une tolérance pour chaque direction de $\pm 5^\circ$, et que
- le point de démarrage puisse être modifié de 10° et 20° par rapport au point original.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire de spécifier une direction de référence.

La déflexion du conducteur à partir de sa position droite vers les positions d'essai doit être effectuée au moyen d'un dispositif approprié exerçant sur le conducteur, à une certaine distance de la borne, une force spécifiée.

Le dispositif de déflexion doit être conçu de façon telle que

- la force soit appliquée dans une direction perpendiculaire à l'axe du conducteur droit,
- la déflexion soit obtenue sans rotation ou déplacement du conducteur dans l'organe de serrage,
- la force reste appliquée pendant la mesure prescrite de la chute de tension.

Des dispositions doivent être prises pour que l'on puisse mesurer la chute de tension à travers l'organe de serrage en essai lorsque le conducteur est raccordé, comme indiqué par exemple à la Figure 10b.

L'échantillon est monté sur la partie fixe de l'appareil d'essai de telle façon que le conducteur spécifié puisse être dévié librement après avoir été inséré dans l'organe de serrage en essai.

NOTE 2 Si nécessaire, le conducteur inséré peut être courbé de façon permanente autour d'obstacles de façon que ceux-ci n'influencent pas les résultats de l'essai.

NOTE 3 Dans certains cas, à l'exception du cas de guidage pour le conducteur, il peut être indiqué de retirer les parties des échantillons qui ne permettent pas la déflexion du conducteur correspondant à la force à appliquer.

Afin d'éviter l'oxydation, l'isolation du conducteur doit être enlevée immédiatement avant le début de l'essai.

Un organe de serrage est équipé, comme en usage normal, d'un conducteur rigide massif en cuivre de la plus petite section nominale spécifiée au Tableau 25 et est soumis à une première séquence d'essais; le même organe de serrage est soumis à une deuxième séquence d'essais en utilisant le conducteur de la plus grande section nominale spécifiée, à moins que la première séquence d'essais n'ait pas été satisfaisante.

La force pour la déflexion du conducteur est spécifiée au Tableau 26, la distance de 100 mm étant mesurée depuis l'extrémité de la borne, y compris le guidage éventuel pour le conducteur, jusqu'au point d'application de la force sur le conducteur.

L'essai est réalisé avec un courant permanent (c'est-à-dire que le courant n'est ni établi ni coupé pendant l'essai); il convient d'utiliser une alimentation appropriée et d'insérer dans le circuit une résistance adéquate de façon que les variations du courant soient maintenues à $\pm 5\%$ pendant l'essai.

Tableau 25 – Sections nominales des conducteurs rigides en cuivre pour l'essai de déflexion des bornes sans vis

Courant assigné du DDRPC A	Section nominale du conducteur d'essai mm ²	
	Première séquence d'essais	Deuxième séquence d'essais
Jusqu'à 6 inclus	1,0 ^a	1,5
Supérieur à 6 jusqu'à 16 inclus	1,5	2,5

^a Uniquement pour les pays où l'usage des conducteurs de section 1,0 mm² est autorisé dans les installations fixes.

Tableau 26 – Forces pour l'essai de déflexion

Section nominale du conducteur d'essai mm ²	Force pour la déflexion du conducteur d'essai ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0

^a Les forces sont choisies de façon telle qu'elles contraignent les conducteurs à une valeur proche de la limite de l'élasticité.

Un courant d'essai égal au courant assigné du DDRPC est appliqué à l'organe de serrage en essai. Une force conforme au Tableau 25 est appliquée au conducteur d'essai inséré dans l'organe de serrage en essai dans une des 12 directions indiquées à la Figure 10a et la chute de tension dans l'organe de serrage est mesurée. La force est ensuite supprimée.

La force est ensuite appliquée successivement dans chacune des 11 directions restantes indiquées à la Figure 10a en suivant la même procédure d'essai.

Si pour l'une des 12 directions d'essai, la chute de tension est supérieure à 25 mV, la force est maintenue dans cette direction jusqu'à ce que la chute de tension soit réduite à une valeur inférieure à 25 mV, mais pas pendant plus de 1 min. Après que la chute de tension a

atteint une valeur inférieure à 25 mV, la force est maintenue appliquée dans la même direction pendant une période supplémentaire de 30 s, pendant laquelle la chute de tension ne doit pas augmenter.

Les deux autres échantillons de DDRPC du lot sont soumis à l'essai en suivant la même procédure, mais en décalant de 10° environ pour chaque échantillon les 12 directions d'application de la force.

Si un échantillon n'a pas satisfait à l'essai pour une des directions d'application de la force d'essai, les essais sont recommencés sur un autre jeu d'échantillons, qui doivent tous satisfaire à cette nouvelle série d'essais.

9.8 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A

9.8.1 Circuit d'essai

Le DDRPC est connecté conformément à la Figure 2.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à $0,85 U_n$ et $1,1 U_n$.

Le circuit d'essai doit avoir une inductance négligeable.

Les appareils pour la mesure du courant différentiel doivent indiquer (ou permettre de déterminer) la valeur efficace vraie.

Les appareils servant à la mesure du temps doivent donner une erreur relative maximale sur la mesure n'excédant pas 10 % de la valeur mesurée.

9.8.2 Vérification du comportement en cas de défaillance de la tension d'alimentation

Avec l'interrupteur d'essai S_2 en position d'ouverture, S_1 et S_4 ainsi que le DDRPC en position de fermeture:

On ouvre ensuite l'interrupteur S_1 .

Seuls les DDRPC classés selon 4.1.2 a) et 4.1.2 b) doivent s'ouvrir automatiquement.

On referme l'interrupteur S_1 .

Seuls les DDRPC classés selon 4.1.2 b) doivent se refermer automatiquement.

Pour les DDRPC comportant un système d'ouverture manuel, l'essai est répété avec S_2 et le DDRPC en position ouverte et S_1 et S_4 en position fermée:

L'interrupteur S_1 est alors ouvert et refermé.

Le DDRPC ne doit pas se refermer automatiquement.

Pour les besoins de cet essai, le bouton d'essai n'est pas considéré comme étant un système d'ouverture manuel.

9.8.3 Essais à vide avec des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux à la température de référence de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Le DDRPC doit satisfaire aux essais de 9.8.3.1, 9.8.3.2 et 9.8.3.3 (chacun comportant cinq mesures sauf à partir de 175 A où une seule mesure est faite), qui sont effectués respectivement sur un seul pôle pris au hasard, les échantillons n'étant toutefois pas tous soumis à l'essai avec le même pôle.

9.8.3.1 Vérification du fonctionnement correct en cas de croissance régulière du courant différentiel

Les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 , S_4 , et le DDRPC, étant en position de fermeture, on fait croître progressivement le courant différentiel, à partir d'une valeur au plus égale à $0,2 I_{\Delta n}$, pour essayer d'atteindre la valeur de $I_{\Delta n}$ dans un délai maximal de 30 s. Le courant de déclenchement est mesuré chaque fois.

Les cinq valeurs mesurées doivent toutes être comprises entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

9.8.3.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel

La vérification est effectuée comme suit:

- a) Le circuit d'essai étant étalonné à la valeur $I_{\Delta n}$ et les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 , S_4 étant fermés, le DDRPC est également fermé sur le circuit de façon à reproduire aussi fidèlement que possible les conditions de service. Cinq mesures du temps de fonctionnement sont effectuées. Aucune mesure ne doit dépasser la valeur limite spécifiée dans le Tableau 1 ou dans le Tableau 2 le cas échéant.
- b) Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 a), après le dernier déclenchement provoqué par le courant différentiel, l'interrupteur S_1 est ouvert puis refermé sans réinitialisation manuelle du DDRPC.

Le DDRPC doit rester en position d'ouverture.

NOTE Au Royaume-Uni, la refermeture momentanée des contacts pendant une durée ne dépassant pas celle indiquée dans le Tableau 1, lorsque la tension d'alimentation est rétablie dans les conditions de défaut, est admise.

- c) Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 b), la fermeture des interrupteurs S_1 , S_4 signifie la fermeture du DDRPC. L'ouverture de l'interrupteur S_1 doit entraîner l'ouverture du DDRPC. L'interrupteur S_2 , puis l'interrupteur, S_1 , sont fermés. Toute nouvelle fermeture du DDRPC doit entraîner son déclenchement dans le délai spécifié approprié. L'essai est effectué cinq fois à la valeur $I_{\Delta n}$ avec mesure du temps de fonctionnement. Aucune mesure ne doit dépasser la valeur limite spécifiée appropriée, indiquée dans le Tableau 1.

9.8.3.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine du courant différentiel

Pour les DDRPC classés selon 4.1.1, le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 1, les interrupteurs d'essai S_2 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S_1 .

Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 a) et b), le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 1, les interrupteurs d'essai S_1 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S_2 .

Le DDRPC doit déclencher pendant chaque essai.

Cinq essais, avec un délai de 60 s entre chacun, sont effectués à chaque valeur du courant différentiel avec mesure du temps de fonctionnement; l'essai à partir de 175 A et au-dessus n'est effectué qu'une seule fois.

Aucune valeur ne doit dépasser la valeur limite appropriée spécifiée dans le Tableau 1.

9.8.4 Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence

Les essais de 9.8.3.2 a) et 9.8.3.3 sont répétés, le DDRPC étant chargé à son courant assigné pendant un temps suffisant pour que les conditions de régime permanent soient atteintes. Dans la pratique, ces conditions sont atteintes lorsque la variation de l'échauffement ne dépasse pas 1 K/h.

9.8.5 Vérification du fonctionnement correct aux limites de température avec et sans application de charge

9.8.5.1 DDRPC classés selon 4.7.3 a) et 4.7.3 b)

Le DDRPC doit subir les essais dans les conditions suivantes:

- a) en 9.8.3.3 à $0,85 U_n$ et à la température ambiante: -5 °C sans charge;
- b) en 9.8.3.2 a) et 9.8.3.3 à $1,1 U_n$ et à la température ambiante: $+40\text{ °C}$, le DDRPC étant chargé avec le courant assigné jusqu'à ce qu'il atteigne les conditions thermiques de régime permanent et monté comme indiqué en 9.11.

Dans la pratique, ces conditions sont atteintes lorsque la variation de l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K/h.

NOTE 1 Un préchauffage peut être effectué à une tension réduite.

NOTE 2 Le courant et la tension peuvent provenir de deux sources séparées. Un exemple est donné à la Figure 11.

9.8.5.2 Vérification du fonctionnement correct à des températures de l'air ambiant faibles pour les DDRPC classés selon 4.7.3 b)

Les DDRPC avec enveloppe sont soumis à l'essai dans leur enveloppe, les DDRPC sans enveloppe étant pour leur part placés dans une enveloppe individuelle avec un degré de protection IP55, et connectés comme pour un usage normal (voir Figure 2).

NOTE 1 Il convient qu'aucun trou de drainage pratiqué dans l'enveloppe ne soit ouvert pour cet essai.

NOTE 2 Les DDRPC soumis à l'essai dans des enveloppes de protection IP55 peuvent également être utilisés dans des enveloppes d'un degré de protection autre que le degré IP55 dans la plage de températures de -25 °C à $+40\text{ °C}$.

Le DDRPC (y compris l'enveloppe) est placé dans une chambre d'essai appropriée avec une température de l'air ambiant de $(23 \pm 2)\text{ °C}$ et une humidité relative de $(93 \pm 3)\%$. Le rapport volumique de la chambre d'essai et des échantillons (y compris les enveloppes) doit être supérieur à 50.

Le DDRPC est en position d'ouverture sans charge et doit être soumis au cycle suivant (voir Figure 12).

La température est maintenue à $(23 \pm 2)\text{ °C}$ et l'humidité est maintenue à $(93 \pm 3)\%$ pendant les 6 premières heures (période de stabilisation). La température de l'air ambiant est réduite à $(-25 \pm 2)\text{ °C}$ sans aucun apport d'humidité pendant les 6 h suivantes. Cette température de $(-25 \pm 2)\text{ °C}$ est maintenue pendant 6 h. La température est portée à $(+23 \pm 2)\text{ °C}$ et l'humidité relative est portée à $(93 \pm 3)\%$ pendant les 6 h suivantes (fin du premier cycle). Ce cycle est exécuté cinq fois.

Pendant ces cycles le DDRPC ne doit pas déclencher.

Au cours du cinquième cycle, à la fin de la période à la température de $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, un courant différentiel alternatif circule dans un pôle du DDRPC (voir Figure 2).

Pour les DDRPC, le courant différentiel est étalonné à $1, 25 I_{\Delta n}$ et établi par la fermeture de l'interrupteur d'essai S_2 . Un seul essai est effectué sur un pôle prélevé de manière aléatoire. Le temps de fonctionnement mesuré ne doit pas être supérieur à la valeur spécifiée dans le Tableau 1 pour $I_{\Delta n}$.

De plus, le DDRPC de type A est soumis à l'essai avec des courants différentiels continus pulsés immédiatement après l'essai susmentionné effectué, avec un courant différentiel alternatif, le circuit d'essai correspondant à la Figure 14.

Le courant différentiel est étalonné à $1,25 \times 2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta} \leq 0,01 \text{ A}$, et à $1,25 \times 1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$. L'angle de retard de conduction doit être $= 0^\circ$, la position de l'interrupteur d'essai S_3 est fixée de manière aléatoire et le courant est établi par fermeture de l'interrupteur d'essai S_2 . Un seul essai est effectué sur un pôle prélevé de manière aléatoire. Le temps de fonctionnement mesuré ne doit pas être supérieur à la valeur spécifiée dans le Tableau 1 pour $I_{\Delta n}$.

Après ces essais, un examen visuel doit démontrer que les matériaux n'ont pas subi de détérioration qui affecte l'utilisation ultérieure du DDRPC, ce dernier devant pouvoir être mis sous tension sans la présence de courant différentiel à la température de $-25 ^\circ\text{C}$.

9.8.6 Essais supplémentaires pour les DDRPC équipés d'un FE

La valeur de R_e dans la Figure 2 doit être 150Ω .

NOTE La valeur R_e ci-dessus tient compte du fait que les DDRPC ne sont pas prévus pour être utilisés dans un système IT.

9.8.6.1 Vérification du fonctionnement correct en cas de croissance régulière du courant différentiel

Répéter l'essai de 9.8.3.1 une fois à $0,85 U_n$ et avec l'interrupteur d'essai S_4 en position d'ouverture.

La valeur mesurée doit être comprise entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

9.8.6.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel

Répéter les essais de 9.8.3.2 une fois à $0,85 U_n$ avec l'interrupteur d'essai S_4 en position d'ouverture.

9.8.6.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine du courant différentiel

Le circuit d'essai étant étalonné à $5 I_{\Delta n}$ avec $0,9 U_n$, l'interrupteur d'essai S_1 et le DDRPC en position de fermeture, l'interrupteur S_4 étant pour sa part en position d'ouverture, le courant différentiel est établi soudainement en fermant de l'interrupteur d'essai S_2 .

Le DDRPC doit déclencher.

Un essai doit être effectué à $5 I_{\Delta n}$ avec mesure du temps de fonctionnement.

La valeur du temps de fonctionnement ne doit pas dépasser la valeur limite appropriée spécifiée dans le Tableau 1.

9.8.7 Vérification du fonctionnement correct des DDRPC de type A aux courants différentiels avec composante continue

Les conditions d'essai de 9.8.1 s'appliquent, à l'exception du fait que les circuits d'essai doivent être ceux présentés dans la Figure 14 et la Figure 15, selon le cas.

9.8.7.1 Vérification du bon fonctionnement dans le cas d'une augmentation continue d'un courant différentiel continu pulsé

L'essai doit être effectué selon la Figure 14.

Les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 et S_4 et le DDRPC en essai sont fermés. Le thyristor correspondant doit être commandé de telle façon que les angles de retard de conduction α de 0° , 90° et 135° soient obtenus. Chaque pôle du DDRPC doit être soumis à l'essai à deux reprises pour chaque angle de retard de conduction, deux fois dans la position I et deux fois dans la position II de l'interrupteur d'essai S_3 .

Pour chaque essai, le courant, en partant de zéro, doit être augmenté de manière constante dans une période de 30 s à

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$;
- $2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01 \text{ A}$.

Le courant de déclenchement doit être conforme au Tableau 27.

Tableau 27 – Plages de courant de déclenchement pour les DDRPC en cas de courant continu pulsé

Angle α	Courant de déclenchement A	
	Limite inférieure pour chaque valeur de α	Limite supérieure pour toutes les valeurs de α
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	Pour $I_{\Delta n} \leq 10 \text{ mA}$: $2 I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 10 \text{ mA}$: $1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

9.8.7.2 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels continus pulsés en présence d'un courant continu de repos lissé de 0,006 A

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon la Figure 15 avec un courant différentiel redressé d'une demi-onde (angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$) et un courant continu de repos lissé de 0,006 A.

Chaque pôle du DDRPC est soumis à l'essai deux fois successivement dans chacune des positions I et II.

Pour chaque essai, le courant I_1 d'une demi-onde, en partant de zéro, doit être augmenté de manière constante dans une période de 30 s à

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$;

– $2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01$, A.

Le courant I_1 d'une demi-onde étant augmenté de façon continue, en partant de zéro, avec un taux d'accroissement approximatif de $1,4 I_{\Delta n} / 30$ A/s pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01$ A et $2 I_{\Delta n} / 30$ A/s pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A, le dispositif doit déclencher avant que ce courant d'une demi-onde I_1 n'atteigne une valeur ne dépassant pas $1,4 I_{\Delta n}$ ou $2 I_{\Delta n}$ selon le cas.

9.8.7.3 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés à apparition soudaine

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon la Figure 14.

Le circuit est étalonné de manière successive aux valeurs de I_{Δ} données dans le Tableau 2.

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 2, les interrupteurs d'essai S_1 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi soudainement en fermant l'interrupteur d'essai S_2 .

Deux mesures du temps de fonctionnement sont effectuées pour chacune des valeurs à un angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$, l'interrupteur auxiliaire S_3 étant en position I pour la première mesure et en position II pour la seconde mesure.

Aucune valeur ne doit dépasser les valeurs limites spécifiées données dans le Tableau 2.

9.8.7.4 Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence

Les essais de 9.8.7.1 sont répétés, uniquement avec l'angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$, le DDRPC étant chargé au courant assigné, ce courant étant établi peu de temps avant l'essai.

NOTE La mise en charge sous le courant assigné n'est pas indiquée à la Figure 14.

9.9 Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage

Avec le DDRPC en position d'ouverture, une tension d'alimentation de $0,7 U_n$ pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. ou de $0,85 U_n$ pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 130 V c.a. est reliée directement aux bornes de traversée. Dans cette condition, aucune tension ne doit apparaître aux bornes d'alimentation du DDRPC et au niveau du socle.

Une tentative doit être alors faite pour fermer le DDRPC. Si le DDRPC peut être fermé, ce dernier ne doit pas rester en position de fermeture.

NOTE En Australie et en Nouvelle-Zélande, cet article n'est pas applicable.

9.10 Vérification de l'appareil d'essai

9.10.1 Vérification du courant différentiel simulé

Pour vérifier que les ampères-tours provoqués par l'activation de l'appareil d'essai sont inférieurs à 2,5 fois les ampères-tours produits par un courant différentiel égal à $I_{\Delta n}$, à la tension assignée, on mesure l'impédance du circuit de l'appareil d'essai, et on calcule le courant d'essai, en tenant compte de la configuration du circuit de l'appareil d'essai.

Si, pour une telle vérification, le démontage du DDRPC s'avère nécessaire, un échantillon séparé doit être utilisé.

NOTE 1 La vérification de l'endurance de l'appareil d'essai est considérée comme couverte par les essais de 9.17.

NOTE 2 Si l'essai est effectué avec un courant différentiel continu pulsé, la valeur $2,5 I_{\Delta n}$ est multipliée par le facteur 2 pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 10$ mA et 1,4 pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 10$ mA.

9.10.2 Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai

La vérification est effectuée comme suit:

- a) Le DDRPC étant alimenté sous une tension égale à 1,1 fois la tension assignée, l'appareil d'essai est momentanément activé 25 fois, à des intervalles de 5 s, le DDRPC étant refermé avant chaque manœuvre.
- b) L'essai a) est ensuite répété, mais une seule fois, en maintenant en position de fermeture l'organe de manœuvre de l'appareil d'essai pendant 30 s.
- c) L'essai a) est ensuite répété à 0,85 fois la tension assignée.

Le DDRPC doit fonctionner à chaque essai a), b) et c). Après l'essai, il ne doit montrer aucune altération susceptible de compromettre son emploi ultérieur.

9.11 Vérification de la limite d'échauffement

9.11.1 Conditions d'essai

Les conditions d'essai de 9.1 s'appliquent, à l'exception du fait que le DDRPC doit être alimenté à $1,05 U_n$.

Les DDRPC doivent être construits de façon qu'ils satisfassent à l'essai d'échauffement suivant.

Les vis ou les écrous des bornes, s'ils existent, sont serrés avec un couple de torsion égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 15.

Les DDRPC pour montage encastré sont montés dans des boîtes pour montage encastré. La boîte est placée dans un bloc de bois de pin, l'espace entre la boîte et le bloc de pin étant rempli de plâtre de telle façon que la face avant de la boîte ne dépasse pas et ne soit pas à plus de 5 mm en retrait de la face avant du bloc de bois de pin.

NOTE 1 Il convient de laisser sécher le montage d'essai pendant au moins sept jours après assemblage initial.

La taille du bloc de pin, qui peut être fabriqué en plusieurs éléments, doit être telle qu'il y ait au moins 25 mm de bois entourant le plâtre, ce dernier ayant une épaisseur comprise entre 10 mm et 15 mm autour des dimensions maximales des côtés et du fond de la boîte.

NOTE 2 Les côtés de la cavité dans le bloc de pin peuvent avoir une forme cylindrique.

Le(s) câble(s) relié(s) au DDRPC doit (doivent) entrer dans la partie supérieure de la boîte, le(s) point(s) d'entrée étant étanche(s) pour empêcher l'air de circuler. La longueur de chaque conducteur dans la boîte doit être de (80 ± 10) mm.

Les DDRPC pour montage en saillie doivent être montés au centre de la surface d'un bloc de bois qui doit avoir au moins 20 mm d'épaisseur, 500 mm de large et 500 mm de haut.

Les autres types de DDRPC doivent être montés selon les instructions du constructeur ou, en l'absence de telles instructions, dans la position d'usage normal considérée comme donnant les conditions les plus sévères.

Le montage d'essai doit être placé dans un environnement sans courant d'air pour l'essai.

Lorsque des fiches doivent être utilisées pour effectuer l'essai, elles doivent comporter des broches en laiton ayant les dimensions minimales spécifiées.

9.11.2 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 couples thermoélectriques disposés symétriquement autour du DDRPC à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du DDRPC.

Les thermomètres ou couples thermoélectriques doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

NOTE Il convient de veiller à éviter les erreurs dues aux variations brusques de température.

9.11.3 Procédure d'essai

9.11.3.1 Essai pour les DDRPC classés selon 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3.

On fait passer un courant égal à I_n simultanément par les deux pôles du DDRPC entre les bornes d'alimentation et le côté aval du DDRPC (socle, bornes de sortie ou conducteurs volants) pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne l'état d'équilibre thermique. Dans la pratique, cette condition est atteinte lorsque la variation de l'échauffement ne dépasse pas 1 K/h.

Pendant cet essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 8.

9.11.3.2 Essai supplémentaire pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b)

L'essai décrit en 9.11.3.1 est ensuite répété avec un courant égal à I_n passant simultanément par les deux pôles du DDRPC entre les bornes d'alimentation et les traversées.

9.11.4 Mesure de l'échauffement des différentes parties

La température des différentes parties spécifiées au Tableau 8 doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques à fils fins ou par des moyens équivalents, placés le plus près possible du point le plus chaud.

On doit assurer une bonne conductivité thermique entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie en essai.

9.12 Résistance à l'humidité

9.12.1 Préparation du DDRPC pour essai

Les parties des DDRPC qui peuvent être enlevées sans l'aide d'un outil sont retirées et soumises au traitement d'humidité avec la partie principale. Les couvercles faisant ressort, lorsqu'ils existent, sont maintenus ouverts pendant ce traitement.

Les orifices d'entrée éventuels sont laissés ouverts; si des parties défonçables sont prévues, l'une d'elles est ouverte. Le DDRPC doit être en position d'ouverture, sans tension d'alimentation et à l'air libre.

9.12.2 Conditions d'essai

Le traitement hygroscopique est effectué dans une enceinte humide contenant de l'air ayant une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air dans lequel l'échantillon est placé, est maintenue à ± 1 K près à toute valeur quelconque convenable T comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'échantillon est amené à une température comprise entre la température T °C et $(T + 4)$ °C.

9.12.3 Procédure d'essai

Le DDRPC est maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

NOTE 1 On peut obtenir une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) dans l'eau, présentant une surface de contact avec l'air suffisamment grande.

NOTE 2 Pour obtenir les conditions spécifiées à l'intérieur de l'enceinte, il est recommandé d'assurer la circulation permanente de l'air dans l'enceinte et d'employer une enceinte thermiquement isolée.

9.12.4 Etat du DDRPC après l'essai

Après ce traitement, l'échantillon ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente norme et doit, lorsqu'il est retiré de l'enceinte, satisfaire aux essais de 9.13.1 et 9.13.2.

9.13 Essai des propriétés diélectriques

9.13.1 Résistance d'isolement du circuit principal

Après un intervalle compris entre 30 min et 60 min suivant l'essai de 9.12, on mesure la résistance d'isolement 5 s après avoir appliqué une tension continue d'environ 500 V, dans l'ordre successif suivant:

- a) le DDRPC étant en position d'ouverture, entre chaque paire de bornes, broches ou tubes de contact de socles, qui sont reliées électriquement entre elles lorsque le DDRPC est dans la position de fermeture;
- b) le DDRPC étant en position de fermeture, entre les deux pôles, les composants électroniques raccordés entre les voies de courant étant pour leur part déconnectés pour cet essai (lorsqu'il n'est pas possible de maintenir le DDRPC en position de fermeture, chaque pôle est ponté par une connexion extérieure);
- c) le DDRPC étant en position de fermeture, entre les pôles reliés entre eux et la masse, y compris une feuille métallique en contact avec la surface extérieure de l'enveloppe interne en matériau isolant, s'il y a lieu (les composants raccordés entre les parties actives et le chemin de terre d'un DDRPC peuvent être déconnectés pour cet essai);
- d) entre les parties métalliques internes du mécanisme et la masse;

NOTE Un accès à la partie métallique interne du mécanisme peut être spécialement prévu pour cette mesure par le constructeur.

- e) pour les DDRPC comportant une enveloppe métallique avec un revêtement intérieur en matériau isolant, entre la masse et une feuille métallique en contact avec la surface intérieure du revêtement en matériau isolant éventuel, y compris les manchons et les dispositifs analogues.

Le terme « masse » comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant accessibles en usage normal;
- les vis de fixation des capots qui doivent être retirées pour la connexion du DDRPC.

Pour les besoins de cet essai, le conducteur de protection est relié à la masse.

Pour les mesures selon b), c), d) et e), la feuille métallique est appliquée de manière que le composé éventuel soit effectivement soumis à l'essai.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à

- 2 MΩ pour les mesures selon a) et b),
- 5 MΩ pour les autres mesures.

9.13.2 Rigidité diélectrique du circuit principal

Immédiatement après que le DDRPC a satisfait aux essais de 9.13.1, la tension d'essai spécifiée ci-dessous est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées en 9.13.1, les composants électroniques éventuels étant déconnectés 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 pouvoir fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun déclencheur à maximum de courant du transformateur ne doit fonctionner lorsque le courant dans le circuit de sortie est inférieur à 100 mA.

Les valeurs de la tension d'essai doivent être les suivantes:

- 2 000 V pour a) à d) de 9.13.1; une valeur de tension alternative de 1 500 V est admise pour les DDRPC avec un courant différentiel assigné de 6 mA destinés à être utilisés dans un réseau biphasé avec un point milieu de 120 V.
- 2 500 V pour e) de 9.13.1.

On commence par appliquer une tension ne dépassant pas la moitié de la valeur prescrite, puis on l'élève en moins de 5 s à la valeur maximale.

Il ne doit se produire ni contournement ni claquage pendant l'essai.

Il n'est pas tenu compte des décharges luminescentes qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

9.13.3 Capacité de résister à des tensions continues élevées résultant des mesures d'isolement

Une source de tension continue ayant les caractéristiques suivantes est utilisée:

- tension à vide: $600 \text{ V} + \frac{25 \text{ V}}{0}$
- taux d'ondulation maximal: 5 %

où

$$\text{taux d'ondulation (\%)} = \frac{\text{valeur maximale} - \text{valeur moyenne}}{\text{valeur moyenne}} \times 100$$

- courant de court-circuit: $12 \text{ mA} + \frac{2 \text{ mA}}{0}$

L'essai est effectué sur le DDRPC en position de fermeture. Lorsqu'il n'est pas possible de maintenir le DDRPC en position de fermeture, chaque pôle est ponté par une connexion extérieure.

La tension d'essai est appliquée pendant 1 min:

- a) entre les deux pôles reliés entre eux et la masse métallique éventuelle, raccordé au FE éventuel et la borne PE éventuelle;

b) entre les deux pôles.

Après ce traitement, le DDRPC doit pouvoir satisfaire aux essais spécifiés en 9.8.3.3.

9.14 Conformité CEM et déclenchements indésirables

9.14.1 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les essais CEM doivent être effectués conformément à l'IEC 61543 comme suit:

Les essais énumérés dans le Tableau 28 sont couverts et ne doivent pas être répétés.

Tableau 28 – Essais à appliquer pour la CEM

Référence aux Tableaux 4 et 5 de l'IEC 61543:1995	Phénomènes électromagnétiques	Essais de la présente norme
T 1.3	Variations d'amplitude de tension	9.8.1
T 1.4	Déséquilibre de la tension	9.8.1
T 1.5	Variations de la fréquence de puissance	9.1.1
T 1.8	Champs magnétiques	9.15 et 9.23
T 2.4	Transitoires oscillants de courant	9.14.2

Les essais restants dans les Tableaux 4, 5 et 6 de l'IEC 61543:1995 doivent être effectués selon les séquences d'essais CEM1, CEM2 et CEM3 énumérés à l'Annexe A de la présente norme.

Pour les dispositifs contenant un oscillateur à fonctionnement continu, l'essai de CISPR 14-1 doit être effectué sur les échantillons avant d'effectuer les essais de l'IEC 61543.

9.14.2 Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$ (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie)

Le DDRPC est soumis à l'essai en utilisant un générateur d'ondes de courant capable de fournir un courant oscillant amorti comme indiqué à la Figure 16. Un exemple de schéma de circuit pour l'essai du DDRPC est présenté à la Figure 17. Un pôle du DDRPC, choisi au hasard, est soumis à 10 applications de l'onde de courant. La polarité de l'onde de courant doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications consécutives doit être d'environ 30 s.

Les impulsions de courant doivent être mesurées à l'aide des moyens appropriés et ajustées en utilisant un échantillon supplémentaire de DDRPC du même type afin de satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur de crête: $25 \text{ A} \begin{smallmatrix} +10 \% \\ 0 \end{smallmatrix}$;
- temps de montée virtuel: $0,5 \mu\text{s} \pm 30 \%$;
- période de l'onde oscillatoire suivante: $10 \mu\text{s} \pm 20 \%$;
- chaque crête successive: environ 60 % de la crête précédente.

Pendant les essais, le DDRPC ne doit pas déclencher.

9.15 Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité

9.15.1 Liste des essais de surintensité

Les différents essais destinés à vérifier le comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité sont présentés dans le Tableau 29.

Tableau 29 – Essais destinés à vérifier le comportement des DDRPC dans des conditions de surintensité

Vérification	DDRPC classé selon:	
	4.9 a), b), c) 1)	4.9 c) 2)
Pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.15.2.2	–
Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$	9.15.2.3	9.15.2.3
Coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc}	9.15.2.4 a)	–
Coordination avec le pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.15.2.4 b)	–
Coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$	9.15.2.4 c)	–
Pouvoir de fermeture et de coupure de la fiche et du ou des socles séparés ou incorporés aux éléments intégrés du DDRPC	9.15.3	9.15.3
Essai à 1 500 A		9.23.2.1
Essai de pouvoir de court-circuit assigné I_{cn}		9.23.2.2

9.15.2 Essais de court-circuit

9.15.2.1 Conditions générales d'essai

Les conditions de 9.15.2 sont applicables à tout essai destiné à vérifier le comportement du DDRPC dans des conditions de court-circuit.

a) Circuit d'essai

La Figure 18 fournit le schéma du circuit à utiliser pour les essais.

La source d'alimentation S fournit un circuit comprenant des résistances R, des bobines de réactance L, le DPCC éventuel, le DDRPC en essai et les résistances supplémentaires R_2 et/ou R_3 , selon le cas.

Si le DDRPC ou la fiche associée comporte un fusible, aucun SPCD supplémentaire n'est nécessaire.

Les valeurs des résistances et des bobines de réactance du circuit d'essai doivent être ajustées afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées.

Les bobines de réactance L doivent être sans fer. Elles doivent toujours être reliées en série avec les résistances R, et leur valeur doit être obtenue par un couplage en série des bobines de réactance individuelles. La connexion en parallèle des bobines de réactance est possible si ces dernières ont pratiquement la même constante de temps.

Les caractéristiques de tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comportant des bobines de réactance sans fer n'étant pas représentatives des conditions de service normal, la bobine de réactance sans fer doit être shuntée par une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant traversant la bobine, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

Dans chaque circuit d'essai, les résistances R et les bobines de réactance L sont insérées entre la source d'alimentation S et le DDRPC en essai.

Le DPCC, ou l'impédance équivalente (voir 9.15.2.2 a) et 9.15.2.3 a)), est inséré entre les résistances R et le DDRPC en essai.

La résistance supplémentaire R_3 , lorsqu'elle est utilisée, doit être insérée du côté aval du DDRPC en essai.

Pour les essais de 9.15.2.4 a) et c), les DDRPC doivent être raccordés avec des câbles d'une longueur de 0,75 m par pôle et ayant une section maximale correspondant au courant assigné selon le Tableau 12.

NOTE 1 Il est recommandé que la longueur de câble raccordée du côté alimentation soit de 0,5 m, la longueur de câble raccordée devant être de 0,25 m du côté aval du DDRPC.

Le schéma du circuit d'essai doit être mentionné dans le rapport d'essai. Il doit être conforme au chiffre approprié de la présente norme.

Un seul point du circuit d'essai uniquement doit être raccordé directement à la terre. Ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai, le point neutre de la source d'alimentation ou tout autre point convenable. La méthode de mise à la terre doit être indiquée dans le rapport d'essai.

R_2 , correctement étalonnée, est une résistance qui permet d'obtenir l'un des courants suivants:

- un courant différentiel de $10 I_{\Delta n}$ qui provoque le fonctionnement du DDRPC dans le temps de fonctionnement minimal approprié spécifié dans le Tableau 1 ou le Tableau 2;
- le pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$;
- le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$.

S_1 est un interrupteur.

Afin de vérifier la valeur d'énergie minimale en condition de court-circuit I^2t et le courant de crête minimal I_p auxquels le DDRPC classé selon 4.9 a) et 4.9 c) 1) doit résister de manière à obtenir des résultats d'essai reproductibles, le DPCC doit être matérialisé par un fil d'argent lorsqu'on utilise l'appareil d'essai illustré à la Figure 19.

Le fil d'argent doit avoir un diamètre de 0,35 mm et contenir au moins 99,9% d'argent pur.

Les valeurs approchées correspondantes de I^2t et I_p sont 1 kA²s et 1,02 kA respectivement lorsque les essais sont effectués au courant conditionnel de court-circuit assigné ou au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné (valeur de courant présumé: 1 500 A) jusqu'à un courant assigné de 16 A. Pour des courants assignés plus élevés, un fil d'argent d'un diamètre de 0,5 mm doit être utilisé dont les valeurs approchées correspondantes de l'énergie en condition de court-circuit I^2t et du courant de crête I_p sont 4,1 kA²s et 1,5 kA respectivement.

Le fil d'argent doit être inséré dans la position appropriée de l'appareil d'essai, à savoir à l'horizontale et en position tendue.

Le fil d'argent doit être remplacé après chaque essai.

Toutes les parties conductrices du DDRPC en essai qui sont normalement mises à la terre en service, y compris le support métallique sur lequel le DDRPC est monté ou placé, ou toute enveloppe métallique (voir 9.15.2.1 f)), doivent être raccordées au point neutre de la source d'alimentation ou à un point neutre artificiel sensiblement non inductif qui permet d'appliquer un courant de défaut présumé d'au moins 100 A.

Cette connexion doit comprendre un fil de cuivre F d'un diamètre de 0,1 mm et d'une longueur minimale de 50 mm permettant de détecter le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance R_1 qui limite la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

Le capteur de courant O_1 est connecté du côté aval du DDRPC en essai.

Le capteur de tension O_2 est relié aux raccords d'alimentation du DDRPC en essai.

Sauf indication contraire dans le rapport d'essai, la résistance des circuits de mesure doit être au moins de 100 Ω par volt de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

Les DDRPC sont alimentés du côté alimentation sous la tension assignée.

Dans le cas de DDRPC qui dépendent de la tension d'alimentation, afin de permettre d'exécuter les manœuvres de fermeture, il est nécessaire d'insérer le dispositif T de court-circuit ou un dispositif supplémentaire de court-circuit dans cette position du côté aval du DDRPC.

b) Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais concernant la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination correcte entre le DDRPC et le DPCC doivent être effectués avec des valeurs des grandeurs et des facteurs d'influence indiqués par le constructeur conformément au Tableau 6 de la présente norme, sauf spécification contraire.

Les essais sont considérés comme valables si les grandeurs consignées dans le rapport d'essai se situent dans les limites de tolérance suivantes pour les valeurs spécifiées:

- courant: $+5\%$
0
- fréquence: $\pm 5\%$
- facteur de puissance: $0_{-0,05}^0$
- tension: $\pm 5\%$ (y compris la tension de rétablissement à fréquence industrielle).

c) Facteur de puissance du circuit d'essai

Le facteur de puissance du circuit d'essai (voir le Tableau 30) doit être déterminé selon une méthode reconnue devant être mentionnée dans le rapport d'essai.

Tableau 30 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai

Courant d'essai I_{cc} A	Plage de facteurs de puissance correspondante
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 à 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 à 0,90

d) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à une valeur correspondant à 105 % de la tension assignée du DDRPC en essai.

NOTE 2 La valeur de 105 % de la tension assignée est considérée comme couvrant les effets des variations de la tension du système dans les conditions de service normal. La limite supérieure peut être augmentée avec l'accord du constructeur.

Après chaque extinction de l'arc, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant une durée d'au moins 0,1 s.

e) Etalonnage du circuit d'essai

Le DDRPC en essai et le DPCC éventuel sont remplacés par des connexions provisoires G_1 dont l'impédance est négligeable par comparaison avec celle du circuit d'essai.

Pour l'essai de 9.15.2.4 a), les connexions aval du DDRPC en essai sont court-circuitées au moyen de connexions C d'impédance négligeable, les résistances R et les bobines de réactance L étant ajustées de manière à obtenir, à la tension d'essai, un courant égal au courant conditionnel de court-circuit assigné avec le facteur de puissance indiqué. Le circuit d'essai est mis sous tension simultanément dans les deux pôles, la courbe de courant étant pour sa part enregistrée par le capteur de courant O_1 .

Par ailleurs, pour les essais de 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 b) et c), les résistances supplémentaires R_2 et/ou R_3 sont utilisées, si nécessaire, pour obtenir les valeurs du courant d'essai requis (I_m , $I_{\Delta m}$ et $I_{\Delta c}$ respectivement).

f) Etat du DDRPC pour l'essai

Le DDRPC doit être assemblé et raccordé selon les instructions du constructeur.

Les DDRPC pour encastrement doivent être testés dans la boîte appropriée.

Pour la manœuvre d'ouverture (O) uniquement, une feuille transparente de polyéthylène, d'une épaisseur de $(0,05 \pm 0,01)$ mm, qui dépasse d'au moins 50 mm les dimensions hors tout de la face avant de l'appareil dans toutes les directions, mais non inférieure à 200 mm × 200 mm, est fixée et tendue de manière raisonnable dans un cadre, placé à 20 mm de

- soit de la position la plus débordante (position déclenchée ou non) d'un appareil dont l'organe de manœuvre ne se trouve pas dans un renforcement,
- soit du bord du renforcement d'un appareil dont l'organe de manœuvre se trouve dans un renforcement.

Il convient que la feuille ait les propriétés physiques suivantes:

- masse volumique à 23 °C $(0,92 \pm 0,05)$ g/cm³;
- point de fusion 110 °C à 120 °C.

Le mécanisme de commande des opérations de commutation doit simuler le mieux possible la manœuvre manuelle normale.

Il doit être vérifié que le DDRPC en essai fonctionne correctement à vide lorsqu'il est utilisé dans les conditions spécifiées.

g) Séquence de manœuvres

La procédure d'essai comprend une séquence de manœuvres. Les symboles suivants permettent de définir la séquence de manœuvres:

- O représente une manœuvre d'ouverture, le court-circuit étant établi par l'interrupteur T avec le DDRPC en essai et le DPCC éventuel, dans la position de fermeture;
- CO représente une manœuvre de fermeture du DDRPC en essai, l'interrupteur T et le DPCC éventuel étant en position de fermeture, suivie par une ouverture automatique (dans le cas d'un DPCC, voir 9.15.2.4);
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit. Ce dernier doit être de 3 min ou d'une durée plus longue susceptible d'être requise pour le réarmement ou le remplacement du DPCC, s'il y a lieu.

h) Comportement du DDRPC pendant les essais

Pendant les essais, le DDRPC en essai ne doit pas mettre en danger l'opérateur.

De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni contournement entre les pôles ou entre les pôles et les parties conductrices exposées, ni manœuvre du dispositif F.

Lorsqu'un fusible intégré est prévu, il peut fonctionner pendant l'essai.

i) Etat du DDRPC après les essais

Après chacun des essais applicables, effectués conformément à 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) et 9.15.2.4 c), le DDRPC en essai ne doit présenter aucun dommage qui affecte son utilisation ultérieure, la feuille de polyéthylène ne devant pas présenter de trou visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Le DDRPC doit être capable, sans entretien, de

- satisfaire aux exigences de 9.13.2 mais à une tension égale à deux fois sa tension assignée pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité;
- établir et couper son courant assigné sous sa tension assignée.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.2 a), le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.15.2.2 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Cet essai ne s'applique pas aux DDRPC classés selon 4.9 c) 2).

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DDRPC à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants de court-circuit, tandis que le courant différentiel provoque le fonctionnement du DDRPC.

L'essai doit être effectué sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), l'essai doit être effectué, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

a) Conditions d'essai

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC externe inséré dans le circuit.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC et par des connexions ayant approximativement l'impédance du DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée avec un courant différentiel de fonctionnement égal à $10 I_{\Delta n}$ passant à travers l'interrupteur S_1 et la résistance R_2 :

CO – t – CO – t – CO

9.15.2.3 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DDRPC à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants de court-circuit différentiels.

L'essai doit être effectué sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), l'essai doit être effectué, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

a) Conditions d'essai

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon les conditions générales d'essai spécifiées en 9.15.2.1 sans DPCC externe inséré dans le circuit, mais en étant connecté de telle façon que le courant de court-circuit soit un courant différentiel.

Pour cet essai, les résistances R_3 ne sont pas utilisées, le circuit étant laissé ouvert.

La voie de courant qui n'est pas soumise au courant de court-circuit différentiel est connectée à la tension d'alimentation à sa borne amont. Pour les DDRPC classés selon 4.1.1 et munis d'un FE, le FE est connecté, l'alimentation du neutre ne l'est pas.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC et par des connexions ayant approximativement l'impédance du DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

L'essai est effectué sur chaque pôle sauf sur le pôle marqué N, le cas échéant.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

Pour la manœuvre de coupure, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension, de façon que le point d'initiation soit $(45 \pm 5)^\circ$.

9.15.2.4 Vérification de la coordination entre le DDRPC et le DPCC

Cet essai ne s'applique pas aux DDRPC classés selon 4.9 c) 2).

Ces essais sont destinés à vérifier que le DDRPC protégé par le DPCC est capable de supporter sans dommage des courants de court-circuit jusqu'à son courant conditionnel de court-circuit assigné (voir 5.3.1.2 et 5.3.1.3).

Les essais doivent être effectués sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Les DDRPC classés selon 4.2.1 b), les essais doivent être effectués, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

Le courant de court-circuit est interrompu par l'association du DDRPC et du DPCC.

Pendant l'essai, soit le DDRPC, soit le DPCC, ou les deux à la fois peuvent s'ouvrir. Toutefois, si seul le DDRPC s'ouvre, l'essai est également considéré comme satisfaisant.

Le DPCC est remplacé ou réarmé selon le cas après chaque manœuvre.

Les essais suivants sont effectués dans les conditions générales de 9.15.2.1:

- un essai effectué sans établir aucun courant différentiel afin de vérifier que le DPCC protège le DDRPC jusqu'au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} , conformément à a) ci-dessous;
- un essai effectué sans établir aucun courant différentiel afin de vérifier que le DPCC fonctionne et protège le DDRPC à un courant de court-circuit correspondant au pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m , conformément à b) ci-dessous;
- un essai destiné à vérifier qu'en cas de courts-circuits phase-terre, avec des courants jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$, le DDRPC est capable de supporter les contraintes correspondantes, en raison de la protection par le DPCC, conformément à c) ci-dessous.

Pour les manœuvres de coupure, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension, de façon que le point d'initiation soit $(45 \pm 5)^\circ$.

a) Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel 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 fermeture et de coupure assigné (I_m)

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel n'est établi.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

c) Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

1) Conditions d'essai

Le DDRPC doit être connecté de telle façon que le courant de court-circuit soit un courant différentiel.

L'essai est effectué sur chaque pôle à l'exception du pôle marqué N, le cas échéant.

La voie de courant qui n'est pas soumise au courant de court-circuit différentiel est connectée à la tension d'alimentation à sa borne amont.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

9.15.3 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classé selon 4.2.1

La conformité est vérifiée selon l'Article 20 de l'IEC 60884-1:2002 mais à la tension assignée du DDR.

9.16 Vérification des distances dans l'air du DDRPC par l'essai de tenue aux tensions de choc

Si la mesure des distances d'isolement des éléments 2, 3 et 4 du Tableau 6 montre une réduction de la longueur requise, le présent essai s'applique. Cet essai est effectué immédiatement après vérification effectuée en 9.13 (mesure de la résistance d'isolement et des propriétés diélectriques).

NOTE 1 La mesure des distances d'isolement peut être remplacée par cet essai.

L'essai est effectué sur un DDRPC connecté comme en usage normal et en position de fermeture.

Les ondes de choc sont délivrées par un générateur produisant des ondes de choc ayant un temps de montée de 1,2 μ s et un temps à mi-hauteur de 50 μ s, les tolérances étant les suivantes:

- ± 5 % pour la valeur crête;
- ± 30 % pour le temps de montée;
- ± 20 % pour le temps à mi-hauteur.

Pour chaque essai, cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives sont appliqués.; l'intervalle entre les impulsions consécutives étant d'au moins 1 s pour les impulsions de même polarité et d'au moins 10 s pour les impulsions de polarité opposée.

Lorsque l'essai de tenue aux tensions de choc est exécuté sur un DDRPC complet, l'atténuation ou l'amplification de la tension d'essai doit être prise en compte. Il faut s'assurer que la valeur requise de la tension d'essai est appliquée aux bornes de l'équipement à l'essai.

L'impédance d'onde de l'appareil d'essai doit avoir une valeur nominale pas plus haute que 500 Ω .

NOTE 2 Pour la vérification des distances d'isolement de l'isolation de base sur un DDRPC complet, une très faible impédance du générateur est nécessaire pour l'essai. A cet effet, un générateur hybride avec une impédance virtuelle de 2 Ω est approprié si les composants internes ne sont pas déconnectés avant l'essai. Toutefois, dans tous les cas, une mesure de la tension d'essai correcte directement appliqué à la distance d'isolement est nécessaire.

La forme des impulsions est réglée avec le DDRPC à l'essai relié au générateur d'impulsion. À cette fin, des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés doivent être utilisés. Il est recommandé de débrancher les limiteurs de surtension avant l'essai.

NOTE 3 Pour les DDRPC avec parafoudres intégrés qui ne peuvent être déconnectés, la forme des impulsions est réglée sans la connexion du DDRPC au générateur d'impulsion.

De petites oscillations sont permises, à condition que leur amplitude près du pic de l'impulsion soit inférieure à 5 % de la valeur de crête.

Une première série d'essais est effectuée, les impulsions étant appliquées entre les deux pôles du DDRPC. Les valeurs d'essai de la tension de choc doivent être choisies dans le Tableau 31. Ces valeurs sont corrigées à la pression atmosphérique et/ou à l'altitude à laquelle les essais sont effectués.

Tableau 31 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc entre pôles

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tension d'essai en fonction de l'altitude crête c.a. $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 ^a	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

^a Valeurs pour les produits destinés à être utilisés avec une tension de 120 V uniquement.

Une seconde série d'essais est effectuée, les impulsions étant appliquées entre le support métallique connecté aux bornes destinées à l'interconnexion du conducteur de protection et des pôles connectés ensemble. Les valeurs d'essai de la tension de choc doivent être choisies dans le Tableau 32. Ces valeurs sont corrigées à la pression atmosphérique et/ou à l'altitude à laquelle les essais sont effectués.

Tableau 32 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc avec le support métallique

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tension d'essai en fonction de l'altitude crête c.a. $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
3 ^a	3,5	3,5	3,4	3,2	3
5	6,2	6	5,8	5,6	5

^a Valeurs pour les produits destinés à être utilisés avec une tension de 120 V uniquement.

Si le DDRPC se déclenche au cours d'un essai, il doit être refermé avant l'essai suivant.

Aucune décharge disruptive non intentionnelle ne doit se produire.

Si toutefois une seule décharge disruptive se produit, 10 impulsions supplémentaires de même polarité que celle ayant provoqué l'occurrence de la décharge sont appliquées, les connexions étant celles avec lesquelles le défaut s'est produit.

Aucune décharge disruptive supplémentaire ne doit se produire, à l'exception des décharges intentionnelles prévues par conception (voir NOTE 2).

NOTE 4 L'expression «décharge disruptive non intentionnelle» est utilisée pour couvrir les phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous des contraintes électriques, ce qui inclut une chute de tension et la circulation du courant.

NOTE 5 Les décharges disruptives intentionnelles comprennent les décharges de tout parafoudre incorporé.

La forme des impulsions est réglée avec le DDRPC en essai connecté à l'appareil générateur d'impulsions. A cet effet, on doit utiliser des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés.

De petites oscillations dans les impulsions sont admises, à condition que leur amplitude au voisinage de la crête de l'impulsion ne dépasse pas 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations de la première moitié du front, des amplitudes allant jusqu'à 10 % de la valeur crête sont admises.

9.17 Endurance mécanique et électrique

9.17.1 Fonctionnement normal des socles du DDRPC

Pour les DDRPC classés conformément à 4.2.1, les essais définis à l'Article 21 de l'IEC 60884-1:2002 s'appliquent mais à la tension assignée du DDRPC.

Pour les DDRPC classés conformément à 4.2.2, le socle doit satisfaire à l'IEC 60884-1.

9.17.2 Essai de la partie DDR du DDRPC

Les essais sont effectués sur de nouveaux échantillons.

Le DDRPC est connecté comme en usage normal à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C, et selon les instructions du constructeur.

Les DDRPC classés selon 4.2.1 sont soumis à l'essai à l'aide d'une fiche comportant des conducteurs souples d'une longueur de 1 m selon le Tableau 33.

Pour les socles multiples, l'essai est effectué sur chaque socle tour à tour ou sur le socle le plus critique, lorsque cela est évident.

Tableau 33 – Section des conducteurs d'essai

Courant assigné du DDRPC A	Section nominale mm ²	
	Conducteurs souples pour fiche d'essai et bornes des DDRPC	Conducteurs rigides (massifs ou câblés) pour le socle d'essai fixe
Jusqu'à 10 inclus	1	1,5
Supérieur à 10 et jusqu'à 16 inclus	1,5	2,5
Supérieur à 16 et jusqu'à 20 inclus	2,5	4
Supérieur à 20 et jusqu'à 32 inclus	4	6
NOTE Pour les conducteurs AWG, voir l'Annexe C.		

Les couples de serrage à appliquer aux vis des bornes correspondent à deux tiers de ceux spécifiés dans le Tableau 15. Pendant les essais, aucun entretien, ni aucun démontage de l'échantillon ne sont admis.

Les essais d'endurance sont effectués à la fréquence de quatre cycles de manœuvre par minute, la période d'ouverture ayant une durée comprise entre 1,5 s et 2 s.

9.17.2.1 Procédure d'essai pour essai en charge

L'essai est effectué sous la tension d'emploi assignée, le courant étant réglé à la valeur du courant assigné au moyen de résistances et de bobines de réactance en série, connectées aux bornes de sortie.

Si l'on utilise des bobines de réactance sans fer, une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant passant par les bobines de réactance est connectée en parallèle avec chacune d'entre elles.

Si l'on utilise des bobines de réactance avec noyau de fer, les pertes de puissance de ces bobines ne doivent pas avoir d'influence appréciable sur la tension de rétablissement.

Le courant doit avoir une forme pratiquement sinusoïdale et le facteur de puissance doit être compris entre 0,85 et 0,9.

Les DDRPC sont soumis à 2 000 cycles de manœuvre, chaque cycle consistant en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

Le DDRPC doit être manœuvré comme en usage normal.

Les manœuvres d'ouverture doivent être effectuées de la façon suivante:

- a) Les 500 premières manœuvres sont effectuées en utilisant l'organe de manœuvre manuel éventuel.
- b) Les 750 manœuvres suivantes sont effectuées en faisant circuler un courant différentiel de fonctionnement à la valeur $I_{\Delta n}$ dans un pôle. Pour les DDRPC classés selon 4.1.1 et munis d'un FE, 250 de ces cycles de manœuvre sont effectués avec neutre déconnecté.
- c) Pour les DDRPC dont l'ouverture est automatique en cas de défaillance de la tension d'alimentation, et classés selon 4.1.2, 250 manœuvres sont effectuées en coupant l'alimentation neutre.
- d) Les manœuvres restantes, jusqu'à un nombre total de 2 000, sont effectuées au moyen de l'appareil d'essai.

9.17.2.2 Procédure d'essai pour essai à vide

Suite à l'essai de 9.17.2.1, le DDRPC est soumis à vide à 2 000 cycles de manœuvre à l'aide de l'organe de manœuvre manuel.

NOTE L'appareil d'essai des DDRPC ne comportant pas d'organe de manœuvre manuel est utilisé pour les manœuvres d'ouverture, le dispositif de réarmement étant utilisé pour les manœuvres de fermeture.

9.17.2.3 Etat du DDRPC après les essais

Suite aux essais de 9.17.2.1 et 9.17.2.2, le DDRPC ne doit présenter lors de son examen:

- aucune usure anormale;
- aucun dommage à l'enveloppe permettant de toucher des parties actives avec le doigt d'essai normalisé de la Figure 20;
- aucun jeu dans les connexions électriques ou les assemblages mécaniques;
- aucun écoulement de la matière de remplissage éventuelle.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sans mesure du temps de fonctionnement.

Le DDRPC doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 9.13.2, mais à une tension égale à 900 V pendant 1 min et sans traitement préalable à l'humidité.

9.18 Résistance au choc mécanique

9.18.1 Remarques introductives

Les DDRPC, les boîtes pour montage en saillie et les presse-étoupe à vis doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes survenant lors de l'installation et de l'utilisation.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés de 9.18.1 à 9.18.5, comme suit:

- pour tous les types de DDRPC fixes, 9.18.2;
- pour les DDRPC fixes dont la base est prévue pour être montée directement sur une surface, 9.18.3;
- pour les presse-étoupe à vis des appareils ayant un degré IP supérieur à P20, 9.18.4;
- pour les socles de DDRPC munis d'obturateurs, 9.18.5;
- pour les boîtes de montage en saillie, 9.18.2.

9.18.2 Appareil d'essai de choc

Les échantillons sont soumis à des coups au moyen d'un appareil d'essai de choc comme représenté aux Figures 21, 22, 23 et 24.

La pièce de frappe a une face hémisphérique de 10 mm de rayon, constituée de polyamide ayant une dureté Rockwell de HR entre 85 et 100 et une masse de (150 ± 1) g.

Elle 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 ne se mouvoir que dans un plan vertical.

L'axe du pivot est à $(1\,000 \pm 1)$ mm au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

La dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide est déterminée en utilisant une bille ayant un diamètre de $(12,700 \pm 0,002\,5)$ mm, la charge initiale étant égale à (100 ± 2) N et la surcharge étant égale à $(500 \pm 2,5)$ N.

NOTE 1 Des renseignements complémentaires concernant la détermination de la dureté Rockwell des matières plastiques sont indiqués dans l'ISO 2039-2.

La conception de l'appareil est telle qu'on doit exercer une force comprise entre 1,9 N et 2,0 N sur la face de la pièce de frappe pour maintenir le tube en position horizontale.

Les échantillons sont fixés sur un panneau de contreplaqué de 8 mm d'épaisseur nominale et de 175 mm² environ, ledit panneau étant fixé, à ses arêtes supérieure et inférieure, à un cadre rigide qui fait partie intégrante du support de montage.

Le support de montage doit avoir une masse de (10 ± 1) kg et doit être installé sur un châssis rigide au moyen de pivots. Le châssis est fixé à une paroi massive.

Le mode de fixation est tel que

- l'échantillon peut être placé de façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical de l'axe du pivot,
- l'échantillon peut être déplacé horizontalement et peut tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contreplaqué,
- le contreplaqué peut être tourné de 60° dans les deux directions autour d'un axe vertical.

Les DDRPC et les boîtes pour montage en saillie sont installés sur le contreplaqué comme en usage normal. Les orifices d'entrée qui ne sont pas équipés de parois défonçables sont laissés ouverts; s'ils en sont équipés, une des parois défonçables est ouverte.

Les DDRPC pour montage encastré sont disposés dans un logement aménagé dans un bloc de bois de charme ou constitué d'un matériau ayant des caractéristiques mécaniques analogues, ce bloc étant fixé à une feuille de contreplaqué et non dans sa boîte de montage appropriée.

Si du bois est utilisé pour le bloc, la direction des fibres de bois doit être perpendiculaire à la direction de l'impact.

Les DDRPC pour montage encastré avec fixation à vis doivent être fixés aux tenons logés dans le bloc de bois de charme au moyen de vis. Les DDRPC pour montage encastré avec fixation à griffes doivent être fixés au bloc au moyen des griffes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases et des capots sont serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 15.

Les échantillons sont montés de façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical de l'axe du pivot.

On fait tomber la pièce de frappe de la hauteur spécifiée dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Hauteur de chute pour les essais de choc

Hauteur de chute mm	Parties des enveloppes soumises au choc	
	DDRPC ayant un degré IPX0	DDRPC ayant un degré IP supérieur au degré IPX0
100	A et B	Organe de manœuvre
150	C	A et B
200	D	C
250	–	D
A Parties de la face avant, y compris les parties en retrait. B Parties ne dépassant pas de plus de 15 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal, à l'exception des parties spécifiées en A. C Parties autres que celles spécifiées en A, dépassant de plus de 15 mm mais pas plus de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal. D Parties autres que celles spécifiées en A, dépassant de plus de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal.		

La surface de montage est appliquée sur toutes les parties de l'échantillon, à l'exception des parties spécifiées en A.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position d'un point de repère lorsque le pendule est libéré et la position de ce même point au moment du choc. Le point de repère est identifié sur la surface de la pièce de frappe à l'endroit où la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculairement au plan passant par les deux axes, rencontre la surface.

Les échantillons sont soumis à des coups qui sont répartis de manière égale (sur leur surface). Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables ni aux ouvertures éventuelles recouvertes d'un matériau transparent.

Les coups suivants sont appliqués:

- deux coups sur l'organe de manœuvre de la partie DDR;
- pour les parties spécifiées en A, cinq coups (voir Figure 27a et Figure 27b):
 - un coup au centre,
 - un coup sur chacun des deux points les plus défavorables entre le centre et les côtés, après que l'échantillon a été déplacé horizontalement,
 - un coup sur les points similaires, après que l'échantillon a été soumis à une rotation de 90° autour de l'axe perpendiculaire au contreplaqué;
- pour les parties spécifiées en B (pour autant que cela s'applique), C et D, quatre coups:
 - un coup est appliqué sur un des côtés de l'échantillon sur lesquels le coup peut être appliqué après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical (voir Figure 27c);
 - un coup sur le côté opposé de l'échantillon sur lequel les coups peuvent être appliqués après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical dans la direction opposée (voir Figure 27c).

Après que l'échantillon a été soumis à une rotation de 90° autour de son axe perpendiculaire au panneau de contreplaqué:

- un coup est appliqué sur un des côtés de l'échantillon sur lesquels le coup peut être appliqué après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical (voir Figure 27d);
- un coup sur le côté opposé de l'échantillon sur lequel les coups peuvent être appliqués après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical dans la direction opposée (voir Figure 27d).

S'il existe des orifices d'entrée, l'échantillon est monté de façon que les deux lignes de coups soient disposées autant que possible à égale distance de ces entrées.

Les plaques de recouvrement et autres capots des DDRPC multiples sont considérés comme s'ils étaient autant de capots séparés, mais aucun point n'est soumis à plus d'un coup.

Pour les DDRPC de degré IP supérieur à IPX0, l'essai est effectué avec les couvercles éventuels fermés, le nombre approprié de coups étant de plus appliqué aux parties qui sont exposées lorsque les couvercles sont ouverts.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente norme. En particulier, les parties actives ne doivent pas devenir accessibles.

Après l'essai effectué sur une lentille (fenêtre pour voyants témoins), la lentille peut être fendue et/ou détachée, mais il ne doit pas être possible de toucher les parties actives avec

- le calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997 est appliqué dans toutes les positions possibles, un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V étant utilisé pour montrer le contact avec les parties concernées.
- le calibre d'essai 11 de l'IEC 61032:1997 dans les conditions indiquées ci-dessus, mais avec une force de 10 N;
- le fil en acier de la Figure 20 appliqué avec une force de 1 N pour les appareils avec protection accrue.

En cas de doute, on vérifie s'il est possible de démonter et de remonter les parties extérieures, telles que boîtes, enveloppes, capots et plaques de recouvrement, sans que ces parties ou leur revêtement isolant se brisent.

Si une plaque de recouvrement doublée par une plaque intérieure est brisée, l'essai est répété sur la plaque intérieure, qui ne doit pas se briser.

NOTE 2 Une détérioration de la finition, de petites ébréchures qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances d'isolement au-dessous de la valeur spécifiée dans le Tableau 6 et de petits éclats qui ne mettent pas en cause la protection contre les chocs électriques ou les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau ne sont pas pris en considération.

Les craquelures qui ne sont pas visibles avec une vue normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire et les craquelures superficielles dans les pièces moulées chargées de fibres et analogues ne sont pas prises en considération.

Les craquelures ou les trous dans la surface extérieure de toute partie de l'appareil ne sont pas pris en considération si l'appareil est conforme à la présente norme, même si cette partie est omise. Si un couvercle décoratif est doublé d'un couvercle intérieur, une rupture du couvercle décoratif n'est pas prise en considération si le couvercle intérieur résiste à l'essai après démontage du couvercle décoratif.

9.18.3 DDRPC pour montage en saillie

Les bases des DDRPC pour montage en saillie sont fixées tout d'abord à une plaque d'acier rigide de forme cylindrique ayant un rayon égal à 4,5 fois la distance entre les trous de fixation, mais en aucun cas inférieur à 200 mm. Les axes des trous se situent dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre et parallèle au rayon passant à mi-distance des trous.

Les vis de fixation de la base sont serrées progressivement, le couple maximal appliqué étant de 0,5 Nm pour les vis ayant un diamètre sur filetage inférieur ou égal à 3 mm et 1,2 Nm pour les vis de diamètre sur filetage supérieur.

Les bases des DDRPC sont ensuite fixées de manière analogue à une plaque d'acier plane. Pendant et après les essais, les bases des DDRPC ne doivent pas présenter de détérioration susceptible d'affecter leur emploi ultérieur.

9.18.4 Presse-étoupe à vis

Les presse-étoupe à vis sont équipés d'une broche métallique cylindrique dont le diamètre, en millimètres, est égal au diamètre intérieur en millimètres de la bague d'étanchéité, arrondi au nombre entier immédiatement inférieur. Les presse-étoupe sont ensuite serrés à l'aide d'une clé appropriée, le couple indiqué dans le Tableau 35 étant appliqué pendant 1 min.

Tableau 35 – Valeurs du couple d'essai pour les presse-étoupe

Diamètre de la broche d'essai mm	Couple Nm	
	Presse-étoupe métalliques	Presse-étoupe en matériau moulé
Jusqu'à 14 inclus	6,25	3,75
Supérieur à 14 et jusqu'à 20 inclus	7,5	5,0
Au-dessus de 20	10,0	7,5

Après l'essai, les presse-étoupe et les enveloppes des échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente norme.

9.18.5 DDRPC munis d'obturateurs

Les DDRPC munis d'obturateurs doivent avoir des obturateurs conçus de façon qu'ils résistent à la force mécanique à laquelle on peut s'attendre en usage normal, par exemple, lorsqu'une broche d'une fiche est appuyée par inadvertance sur l'obturateur de l'orifice d'entrée d'un socle.

La conformité est vérifiée par les essais suivants qui sont effectués sur les échantillons qui ont été soumis à l'essai selon 9.8.

Une broche d'une fiche du même système est appliquée pendant 1 min avec une force de 40 N contre l'obturateur d'un orifice d'entrée perpendiculairement à la face avant du socle.

Pour les obturateurs prévus comme étant le seul moyen qui permet d'empêcher la mise en attente, la force doit être de 75 N au lieu de 40 N.

Lorsque le socle est conçu pour recevoir des fiches de types différents, l'essai est effectué avec une broche d'une fiche ayant les dimensions de broche maximales.

La broche ne doit pas entrer en contact avec des parties actives.

Un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V est utilisé pour vérifier le contact avec la partie concernée.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de dommage au sens de la présente norme.

NOTE De petites ébréchures sur la surface qui ne nuisent pas à l'usage ultérieur du socle ne sont pas prises en considération.

9.19 Fiabilité

La conformité est vérifiée par les essais de 9.19.1 et 9.19.2.

9.19.1 Essai climatique

9.19.1.1 Chambre d'essai

La chambre doit être construite comme 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 pas être réutilisée jusqu'à ce qu'elle ait été purifiée. On ne doit utiliser que de l'eau distillée pour le maintien de l'humidité de la chambre d'essai.

Avant de pénétrer dans la chambre d'essai, l'eau distillée doit avoir une résistivité d'au moins 500 Ωm et une valeur du pH de $7,0 \pm 0,2$. Pendant et après l'essai, il convient que la résistivité ne soit pas inférieure à 100 Ωm et que la valeur du pH reste de $7,0 \pm 1,0$.

9.19.1.2 Sévérité

Les cycles sont effectués dans les conditions suivantes:

- température la plus élevée: $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- nombre de cycles: 28.

9.19.1.3 Procédure d'essai

La procédure d'essai doit être conforme de l'IEC 60068-2-30:2005 et à l'IEC 60068-3-4.

a) Vérification initiale

Une vérification initiale est effectuée en soumettant le DDRPC à l'essai selon 9.8.3.3, mais uniquement avec $I_{\Delta n}$.

b) Conditionnement

1) Le DDRPC connecté comme en usage normal est introduit dans la chambre.

Les DDRPC doivent être alimentés à la tension assignée ou, dans le cas de plusieurs tensions assignées, à toute tension assignée. Ils doivent être en position de fermeture.

2) Période de stabilisation (voir Figure 25)

La température du DDRPC doit être stabilisée à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$:

- soit en plaçant le DDRPC dans une chambre distincte avant de l'introduire dans la chambre d'essai;
- soit en réglant la température de la chambre d'essai à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ après l'introduction du DDRPC dans la chambre et en la maintenant à ce niveau jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte.

Durant la stabilisation de la température par l'une ou l'autre de ces méthodes, l'humidité relative doit se situer dans les limites prescrites pour les conditions atmosphériques normales d'essai (voir Tableau 5).

Pendant la dernière heure, le DDRPC étant dans la chambre d'essai, l'humidité relative doit être portée à au moins 95 % à une température ambiante de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

3) Description du cycle de 24 h (voir Figure 25)

- i) La température de la chambre doit être augmentée de manière progressive à la température supérieure appropriée spécifiée en 9.19.1.2. La température supérieure doit être obtenue dans une période de $3 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ et à une vitesse comprise dans les limites définies par l'aire hachurée de la Figure 25.

Pendant cette période, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %. La condensation doit se produire sur le DDRPC pendant cette période.

NOTE La condition pour que la condensation se produise implique que la température de surface du DDRPC 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 veiller à ce qu'aucune goutte d'eau condensée ne tombe sur l'échantillon.

- ii) La température doit alors être maintenue à une valeur sensiblement constante dans les limites prescrites de $\pm 2 ^\circ\text{C}$ pour la température supérieure pendant $12 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ à partir du début du cycle.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être de $(93 \pm 3) \%$, sauf pendant les 15 premières et les 15 dernières min pendant lesquelles elle doit être comprise entre 90 % et 100 %.

Il ne doit pas se produire de condensation sur le DDRPC pendant les 15 dernières min.

- iii) La température doit ensuite être réduite à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ dans un délai de 3 h à 6 h. La vitesse de chute de la température, pendant la première heure et demie, doit être telle que, si elle était maintenue comme il est indiqué à la Figure 25, la température de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ serait atteinte en $3 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$. Pendant la période de chute de la température, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %, sauf au cours des 15 premières min pendant lesquelles elle ne doit pas être inférieure à 90 %.

- iv) La température doit alors être maintenue à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ avec une humidité relative d'au moins 95 % jusqu'à ce que le cycle de 24 h soit achevé.

9.19.1.4 Rétablissement

A la fin des cycles, le DDRPC ne doit pas être retiré de la chambre d'essai.

La porte de la chambre d'essai doit être ouverte, la régulation en température et en humidité étant par ailleurs interrompue.

Une période de 4 h à 6 h doit alors s'écouler pour permettre le rétablissement des conditions de l'atmosphère ambiante (température et humidité) avant d'effectuer les mesures finales.

Pendant les 28 cycles, le DDRPC ne doit pas déclencher.

9.19.1.5 Vérification finale

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.19.2 Essai à la température de 40 °C

Le DDRPC est installé comme en usage normal sur une paroi de contre-plaqué de 20 mm d'épaisseur environ peinte en noir mat.

A chaque pôle, un câble mono conducteur de 1 m de longueur et de section nominale spécifiée au Tableau 15, est connecté à l'entrée et à la sortie du DDRPC, les vis ou écrous des bornes étant serrés avec un couple de torsion égal aux deux tiers de celui spécifié au Tableau 15. L'ensemble est placé dans une étuve.

On fait passer dans le DDRPC un courant égal au courant assigné sous une tension appropriée et on le soumet à une température de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant 28 cycles, chaque cycle comprenant 21 h avec circulation d'un courant, puis 3 h sans circulation de courant. Le courant est interrompu par un interrupteur, le DDRPC n'étant pas manœuvré.

Les DDRPC sont alimentés à la tension assignée ou, dans le cas de plusieurs tensions assignées, à la tension assignée la plus élevée (un exemple de circuit est indiqué à la Figure 11).

A la fin de la dernière période de 21 h avec circulation de courant, on détermine l'échauffement des bornes au moyen de couples thermoélectriques à fils fins. Cet échauffement ne doit pas dépasser 50 K.

Après cet essai, on laisse refroidir dans l'étuve le DDRPC, sans circulation de courant, approximativement jusqu'à la température ambiante.

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

NOTE Un exemple de circuit d'essai pour cette vérification est donné à la Figure 11.

9.20 Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC

9.20.1 Protection contre les chocs électriques

9.20.1.1 Généralités

Le DDRPC est installé, y compris toute plaque de recouvrement spécifiée, connecté comme pour un usage normal et équipé de conducteurs de la plus petite section nominale, l'essai

étant ensuite répété en utilisant des conducteurs de la plus grande section nominale, comme spécifié dans le Tableau 16.

Pour le DDRPC, le doigt d'essai normalisé présenté à la Figure 1 est appliqué dans toutes les positions possibles.

Pour les fiches, le doigt d'essai est appliqué dans toutes les positions possibles lorsque la fiche est engagée partiellement ou entièrement dans un socle.

Un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V est utilisé pour vérifier le contact avec la partie concernée.

Dans le cas des DDRPC pour lesquels l'utilisation de matériaux élastomères ou thermoplastiques est susceptible d'avoir une influence sur cette exigence, l'essai est répété mais à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, le DDRPC étant à cette température.

Pendant cet essai supplémentaire, les DDRPC sont soumis pendant 1 min à une force de 75 N appliquée par l'intermédiaire de l'extrémité d'un doigt d'essai rigide et rectiligne de mêmes dimensions que le doigt d'essai normalisé. Ce doigt, comportant un indicateur électrique comme décrit ci-dessus, est appliqué à tous endroits où un excès de souplesse du matériau isolant pourrait compromettre la sécurité du DDRPC.

Pendant cet essai, les DDRPC ne doivent pas se déformer à un degré tel que les dimensions indiquées dans les feuilles de norme les concernant et garantissant la sécurité soient modifiées exagérément, aucune partie active ne devant par ailleurs devenir accessible par le doigt d'essai normalisé (voir Figure 1).

Quinze minutes après son retrait de l'appareil d'essai, l'échantillon ne doit pas présenter de déformation telle que les dimensions indiquées dans les feuilles de norme les concernant et garantissant la sécurité soient modifiées exagérément.

9.20.1.2 Essais supplémentaires pour les DDRPC incorporés dans des socles de prise de courant fixes

9.20.1.2.1 Les DDRPC sont soumis à l'essai avec une fiche entièrement retirée, en appliquant un calibre d'acier, comme indiqué à la Figure 20, avec une force de 1 N et trois mouvements directs indépendants appliqués dans les conditions les plus défavorables, en retirant le calibre après chaque mouvement.

Le socle comportant une fiche partiellement introduite est vérifié au moyen du doigt d'essai normalisé (voir Figure 1). Pour les DDRPC dont les enveloppes ou les corps sont en matériau thermoplastique, l'essai est effectué à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, le DDRPC et le calibre étant tous deux à cette température.

9.20.1.2.2 Le socle est placé dans une position telle que sa surface d'engagement est en position horizontale. Une fiche d'essai correspondant au type de socle, est introduite dans le socle avec une force de 150 N, qui est appliquée pendant 1 min.

Pour la vérification de la résistance entre la borne de terre et la partie métallique accessible, on fait passer un courant produit par une source alternative de tension à vide ne dépassant pas 12 V et égal à 1,5 fois le courant assigné ou 25 A, selon la valeur la plus grande, entre la borne de terre et chacune des parties métalliques accessibles tour à tour.

La chute de tension entre la borne de terre et la partie métallique accessible est mesurée, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas la résistance ne doit dépasser $0,05 \Omega$.

NOTE Il convient de veiller à ce que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

9.20.2 Degré de protection IP des DDRPC

Les degrés de protection doivent être vérifiés par les essais correspondants de l'IEC 60529.

9.21 Résistance à la chaleur

9.21.1 Remarques introductives

Les essais sont effectués selon 9.21.2, 9.21.3 et 9.21.4, selon le cas.

Les essais de 9.13.2 et 9.13.3 ne sont pas effectués sur des parties en matériau céramique.

Si deux parties isolantes ou plus, spécifiées en 9.21.2 et 9.21.3 sont constituées du même matériau, l'essai est effectué uniquement sur une de ces parties, selon 9.21.2 ou 9.21.3 selon le cas.

9.21.2 Conditionnement

Les échantillons, sans capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans l'étuve à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Au cours de l'essai, ils ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur, et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas couler au point que les parties actives soient exposées.

Après l'essai et après que 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 en usage normal, même si le doigt d'essai normalisé est appliqué avec une force ne dépassant pas 5 N.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

Après l'essai, le marquage doit être encore lisible.

NOTE Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement de la matière de remplissage ne sont pas pris en considération, à condition que la sécurité ne soit pas affectée au sens de la présente norme.

9.21.3 Parties extérieures des DDRPC

Les parties extérieures des DDRPC en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant ou des parties du circuit de protection et les parties qui maintiennent les bornes ou les extrémités en position sont soumises à un essai de pression à la bille à l'aide de l'appareil présenté à la Figure 26.

Les parties en matière thermoplastique situées sur la face frontale dans une zone de 2 mm de large autour des orifices d'entrée des broches de phase et de neutre des socles doivent également être soumises à cet essai.

La partie soumise à l'essai doit être placée sur une plaque d'acier d'au moins 3 mm d'épaisseur directement en contact avec celle-ci.

La partie est placée sur le support en acier, la surface appropriée à soumettre à l'essai étant disposée horizontalement. Une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appliquée contre cette surface avec une force de 20 N.

La charge d'essai et les moyens de support doivent être placés dans l'étuve suffisamment longtemps de façon à être sûr qu'ils ont atteint la température d'essai stabilisée avant le début de l'essai.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Après 1 h, la bille est retirée de l'échantillon qui est alors refroidi en 10 s approximativement à la température ambiante, par immersion dans l'eau froide.

Le diamètre de l'empreinte due à la bille est mesuré et ne doit pas dépasser 2 mm.

9.21.4 Parties isolantes extérieures

Les parties extérieures en matériau isolant des DDRPC qui ne sont pas nécessaires pour maintenir en position les parties transportant le courant et les parties du circuit de protection, même si elles sont en contact avec celles-ci, sont soumises à un essai de pression à la bille conformément à 9.21.2, l'essai étant toutefois effectué à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai de 9.11, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

9.22 Résistance à la chaleur anormale et au feu – Essai au fil incandescent

L'essai est effectué selon les Articles 4 à 8 de l'IEC 60695-2-10:2000 dans les conditions suivantes:

- pour les pièces en matière isolante nécessaires pour maintenir en position les pièces transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre, par l'essai effectué à une température de $850 ^\circ\text{C}$;
- pour les pièces en matière isolante qui ne sont pas nécessaires pour maintenir en position les pièces transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre, même si elles sont en contact avec ces dernières, par l'essai effectué à une température de $650 ^\circ\text{C}$.

Si les essais spécifiés doivent être effectués en plus d'un endroit sur le même échantillon, on doit veiller à s'assurer qu'aucune détérioration provoquée par les essais précédents n'affecte le résultat de l'essai à effectuer.

Les petites pièces conformes à l'IEC 60695-2-11, dont la surface est complètement incluse dans un cercle de 15 mm de diamètre, ou dont toute partie de la surface se trouve à l'extérieur d'un cercle de 15 mm de diamètre et où chacune des surfaces ne peut contenir un cercle de 8 mm de diamètre, ne sont pas soumises à l'essai décrit dans ce paragraphe (voir Figure 28 pour une représentation schématique).

Les essais ne sont pas effectués sur les pièces en matière céramique.

L'essai est effectué sur un seul échantillon.

En cas de doute, l'essai doit être répété sur deux échantillons supplémentaires.

L'essai est effectué en appliquant le fil incandescent une seule fois.

Pendant l'essai, l'échantillon doit être disposé dans la position la plus défavorable de son utilisation prévue (avec la surface soumise à l'essai en position verticale).

L'extrémité du fil incandescent doit être appliquée sur la surface spécifiée de l'échantillon en tenant compte des conditions d'utilisation prévue dans lesquelles un élément chauffé ou incandescent peut venir en contact avec l'échantillon.

L'échantillon est considéré comme ayant satisfait à l'essai au fil incandescent si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- il n'apparaît aucune flamme visible et aucune incandescence prolongée;
- les flammes et l'incandescence sur l'échantillon s'éteignent dans les 30 s qui suivent le retrait du fil incandescent.

Le papier de soie ne doit pas s'enflammer ou la planche ne doit pas roussir.

9.23 DDRPC avec protection contre les surintensités

Ces essais ne s'appliquent pas aux DDRPC classés selon 4.9 a) et 4.9 b).

9.23.1 Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité

Ces essais sont effectués pour vérifier que les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2) satisfont aux exigences de 8.11.2.

Les essais peuvent être effectués à toute tension appropriée.

Pour les DDRPC exigeant une tension d'alimentation pour effectuer ces essais, le circuit de la Figure 11 peut être utilisé pour fournir toute tension d'alimentation appropriée.

9.23.1.1 Essai de la caractéristique temps-courant

- a) On fait passer par les deux pôles, en partant de l'état froid (voir Tableau 10), un courant égal à $1,13 I_n$ (courant conventionnel de non-déclenchement) pendant le temps conventionnel (voir 8.11.3).

Le DDRPC ne doit pas déclencher.

Le courant est ensuite augmenté de façon continue en 5 s au plus jusqu'à la valeur $1,45 I_n$ (courant conventionnel de déclenchement).

Le DDRPC doit déclencher dans les limites du temps conventionnel.

- b) On fait passer par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $2,55 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 1 s, ou supérieure à 60 s.

9.23.1.2 Essai de la caractéristique de déclenchement instantané (uniquement pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)

- a) Pour les DDRPC à déclenchement de type B

On fait passer simultanément par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $3 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 0,1 s.

On fait ensuite passer simultanément par les deux pôles, en partant une nouvelle fois de l'état froid, un courant égal à $5 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans un délai de 0,1 s au plus.

b) Pour les DDRPC à déclenchement de type C

On fait passer simultanément par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $5 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 0,1 s.

On fait ensuite passer simultanément par les deux pôles, en partant une nouvelle fois de l'état froid, un courant égal à $10 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans un délai de 0,1 s au plus.

9.23.1.3 Essai de l'effet de la température ambiante sur la caractéristique de déclenchement

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

- a) On place le DDRPC à une température ambiante inférieure de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à la température de référence de l'air ambiant jusqu'à ce qu'il ait atteint son état d'équilibre thermique.

On fait passer par tous les pôles, pendant le temps conventionnel, un courant égal à $1,13 I_n$ (courant conventionnel de non-déclenchement). On augmente ensuite de façon continue le courant dans un délai de 5 s au plus, jusqu'à la valeur $1,9 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans les limites du temps conventionnel.

- b) On place le DDRPC à une température ambiante supérieure de $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à la température de référence de l'air ambiant jusqu'à ce qu'il ait atteint son état d'équilibre thermique.

On fait ensuite passer par tous les pôles un courant égal à I_n .

Le DDRPC ne doit pas déclencher dans les limites du temps conventionnel.

9.23.2 Essais de court-circuit pour les DDRPC selon 4.9 c) 2)

Ces essais sont destinés à vérifier que le DDRPC selon 4.9 c) 2) est capable de supporter sans dommage des courants de court-circuit jusqu'à son pouvoir de court-circuit assigné (voir 5.3.2).

Les essais doivent être effectués sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), les essais doivent être effectués, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

9.23.2.1 Essai à 1 500 A

- a) Conditions d'essai

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC extérieur intégré dans le circuit.

Les connexions G1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel n'est établi.

- b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O - t - O - t - O - t - O - t - O - t - CO - t - CO - t - CO

Pour les manœuvres « O », l'interrupteur A est synchronisé par rapport à l'onde de tension de façon que les six points d'initiation pour les manœuvres d'ouverture soient également répartis sur la moitié de l'onde. La tolérance de synchronisation doit être de $\pm 5^\circ$.

9.23.2.2 Essai effectué avec le pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})

Cet essai s'applique uniquement aux DDRPC dont le pouvoir de court-circuit assigné est supérieur à 1 500 A.

a) Conditions d'essai

Le circuit d'essai est étalonné selon 9.15.2.1, avec le facteur de puissance toutefois compris entre 0,85 et 0,90.

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC extérieur intégré dans le circuit.

Les connexions G1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – O – t – CO

Pour les manœuvres «O», l'interrupteur A est synchronisé par rapport à l'onde de tension de manière que le circuit se ferme au point 0° de l'onde pour la manœuvre «O» sur le premier échantillon.

Ce point est ensuite décalé de 45° pour la seconde manœuvre «O» sur le premier échantillon; pour le second échantillon, les deux manœuvres «O» doivent être synchronisées à 15° et 60° et pour le troisième échantillon à 30° et 75° .

La tolérance de synchronisation doit être de $\pm 5^\circ$.

9.23.3 Etat du DDRPC après les essais

Après chacun des essais applicables, effectués conformément à 9.23.1 et 9.23.2, le DDRPC en essai ne doit présenter aucun dommage qui affecte son usage ultérieur, la feuille de polyéthylène ne devant pour sa part pas présenter de trou visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Le DDRPC doit être capable, sans entretien, de

- satisfaire aux exigences de 9.13.2 mais à une tension égale à deux fois sa tension assignée pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité,
- établir et couper son courant assigné sous sa tension assignée.

De plus, le DDRPC ne doit pas déclencher lorsque l'on fait passer un courant égal à 0,85 fois le courant conventionnel de non-déclenchement par tous les pôles, pendant le temps conventionnel, en partant de l'état froid.

A la fin de cette vérification, le courant est augmenté de façon régulière pour atteindre, en moins de 5 s, 1,1 fois le courant conventionnel de déclenchement.

Le DDRPC doit déclencher en 1 h au plus.

9.24 Vérification du vieillissement des composants électroniques

Le DDRPC est placé pendant une période de 168 h à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et chargé au courant assigné. La tension des parties électroniques doit être portée à 1,1 fois la tension assignée.

Après cet essai, on laisse refroidir dans l'étuve le DDRPC, sans circulation de courant, approximativement jusqu'à la température ambiante. Les parties électroniques ne doivent pas présenter de défauts.

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

NOTE Un exemple de circuit d'essai pour cette vérification est donné à la Figure 11.

9.25 Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires

La source de la tension d'essai doit pouvoir fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun déclencheur 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 une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et la même fréquence que U_n .

La tension d'essai est appliquée du côté alimentation du DDRPC.

La vérification est effectuée selon les séries d'essais a), b) et c) ci-dessous sur des échantillons différents, chaque essai étant exécuté sur un seul échantillon.

a) Le DDRPC est en position fermée, une tension d'essai de 1 200 V est appliquée pendant 5 s selon la Figure 29.

Le terminal FE et la masse, le cas échéant, doivent être connectés au PE.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

b) Le DDRPC est en position fermée, une tension d'essai de 250 V est appliquée pendant 1 h selon la Figure 29.

Le terminal FE et la masse, le cas échéant, doivent être connectés au PE.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

c) Le DDRPC est alimenté par une tension de $\sqrt{3} \times U_n$ pendant 1 h.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

- d) Après chaque essai, le DDRPC est alors alimenté à la tension assignée et fermé. Le DDRPC est alors ouvert avec l'appareil d'essai. Il ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente norme.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.26 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE

9.26.1 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre est connecté

Avec S_1 fermé, le DDRPC est fermé, connecté selon la Figure 13 et alimenté à $1,1 U_n$.

Pour les DDRPC non équipés d'un pôle destiné exclusivement au conducteur neutre, un deuxième essai est réalisé au moyen duquel la phase et le neutre de l'alimentation sont connectés de façon inverse au DDRPC.

La résistance R_1 doit avoir une valeur de $1 \Omega \pm 1 \%$.

La valeur efficace de la chute de tension dans la résistance R_1 est mesurée et le courant qui résulte de la connexion à la terre fonctionnelle est calculé et ne doit pas excéder 0,5 mA.

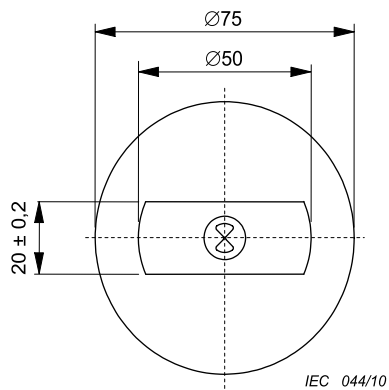
9.26.2 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre n'est pas connecté

Avec S_1 ouvert, le DDRPC est fermé, connecté selon la Figure 13 et alimenté à $1,1 U_n$.

Pour les DDRPC non équipés d'un pôle destiné exclusivement au conducteur neutre, un deuxième essai est réalisé au moyen duquel la phase et le neutre de l'alimentation sont connectés de façon inverse au DDRPC.

La résistance R_1 doit avoir une valeur de $1 \Omega \pm 1 \%$.

La valeur efficace de la chute de tension dans la résistance R_1 est mesurée et le courant qui résulte de la connexion à la terre fonctionnelle est calculé et ne doit pas excéder 2 mA.



Légende

5	R2 ± 0,05 cylindrique
6	Matière isolante
7	Chanfreiner toutes les arêtes
8	R4 ± 0,05 sphérique

Matière: métal sauf spécification contraire

Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

sur les angles: $\begin{matrix} 0 \\ -10 \end{matrix}$

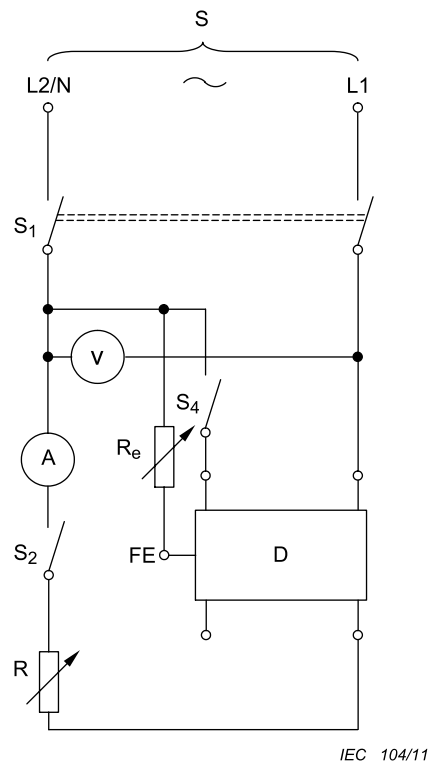
sur les dimensions linéaires:

jusqu'à 25 mm: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$

au-dessus de 25 mm: $\pm 0,2$

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de $\begin{matrix} +10^{\circ} \\ 0 \end{matrix}$.

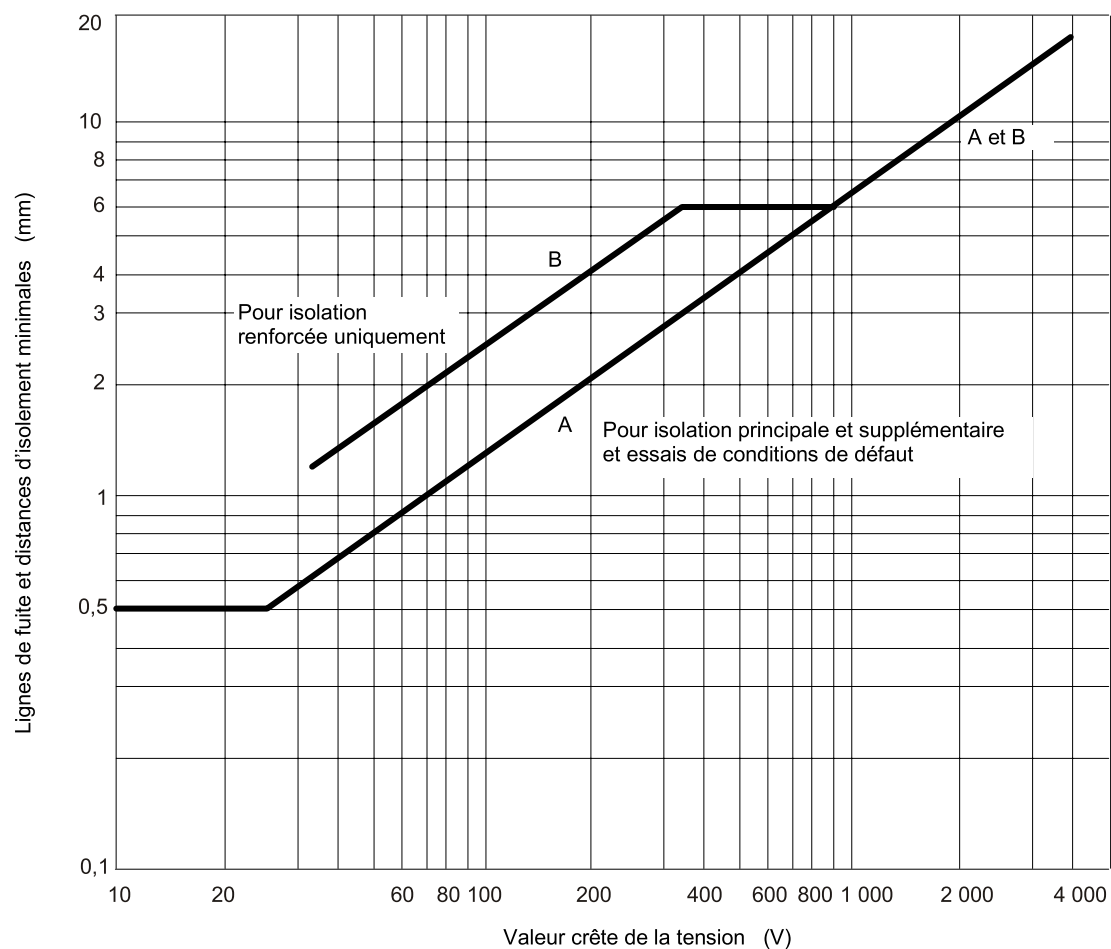
Figure 1 – Doigt d'épreuve articulé



Légende

S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre
D	DDRPC en essai
S ₁	Interrupteur bipolaire
S ₂ ou S ₄	Interrupteur unipolaire
R	Résistance variable
R _E	Résistance de 150 Ω
FE	Terre fonctionnelle

Figure 2 – Circuit d'essai général



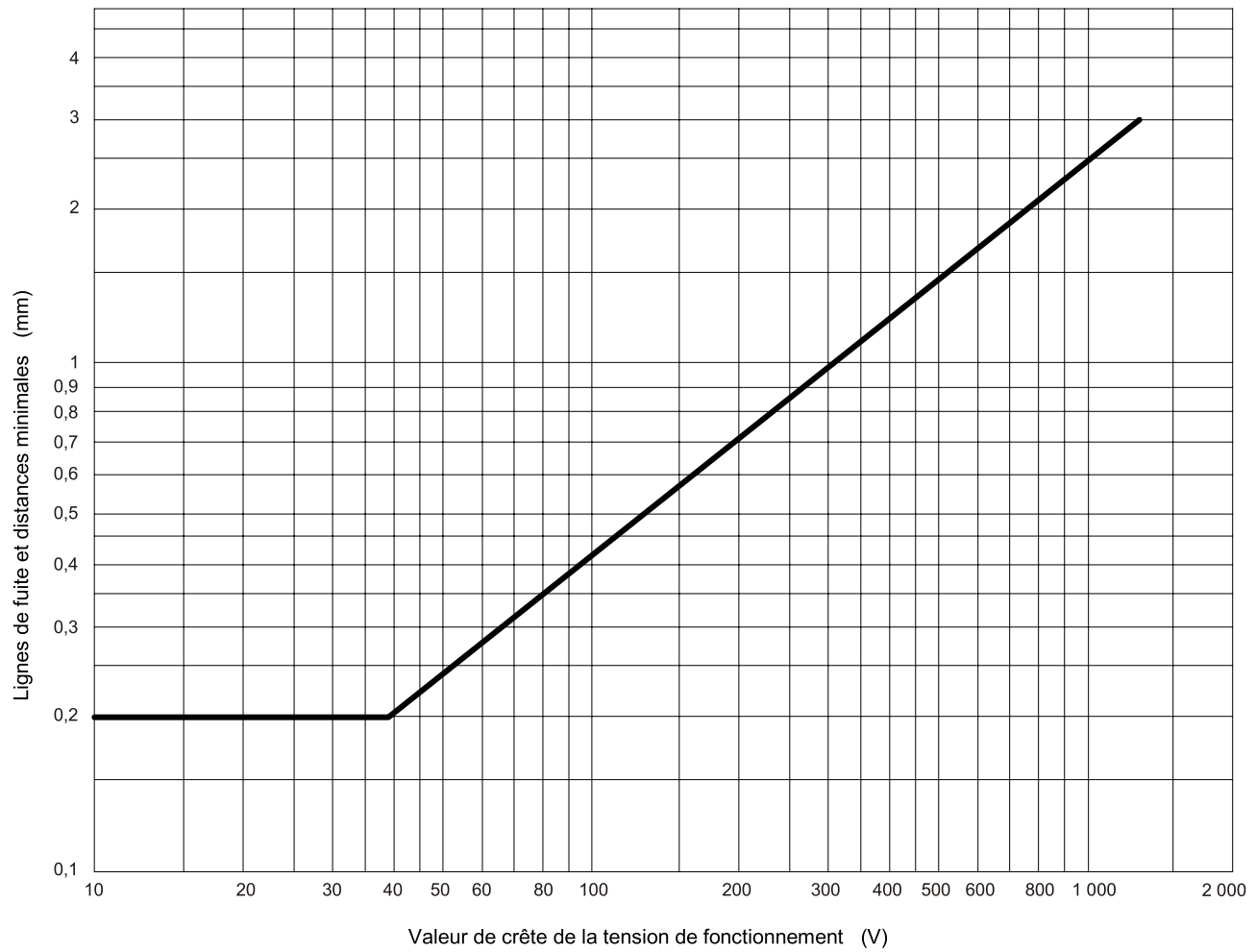
IEC 105/11

Pour les parties reliées par conduction au réseau d'alimentation avec des tensions dans la plage 220 V à 250 V (valeurs efficaces), les dimensions sont égales à celles relatives à 354 V crête.

Courbe A: 34 V correspond à 0,6 mm
354 V correspond à 3,0 mm

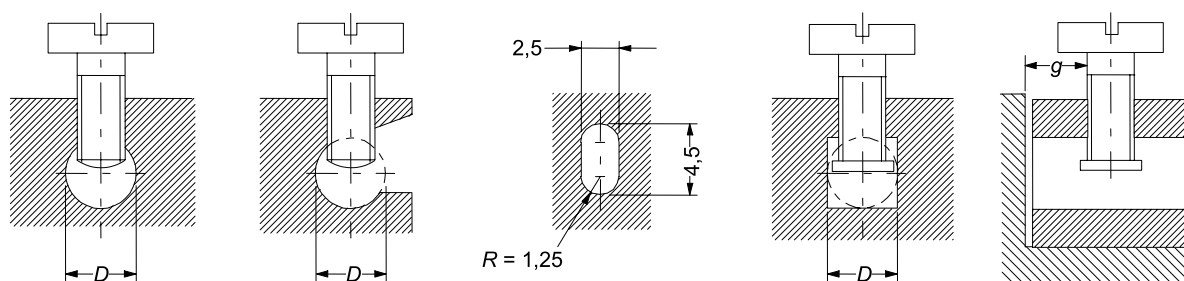
Courbe B: 34 V correspond à 1,2 mm
354 V correspond à 6,0 mm

Figure 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension



IEC 106/11

Figure 4 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement



Bornes sans plateau de pression

Bornes à trou allongé

Bornes avec plateau de pression

IEC 107/11

Dimensions en millimètres

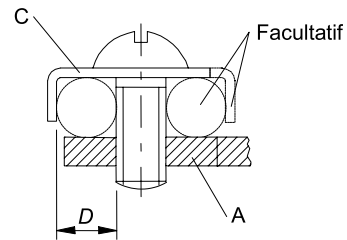
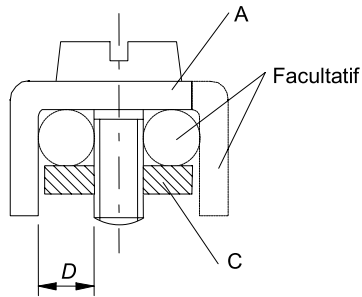
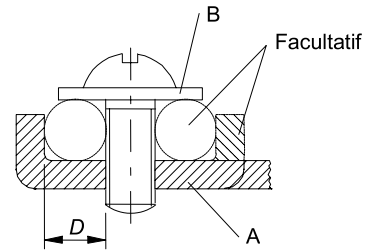
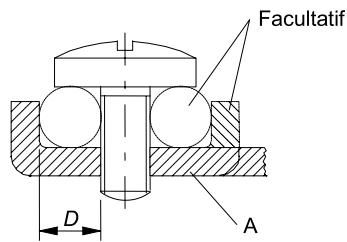
Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal D (ou dimensions minimales) du logement du conducteur mm	Distance minimale g entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond mm		Couple Nm					
				1 ^a		2 ^a		3 ^a	
				Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis
Jusqu'à 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
2,5 (trou circulaire)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (trou allongé)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,8	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis faisant l'objet des colonnes correspondantes du Tableau 6.

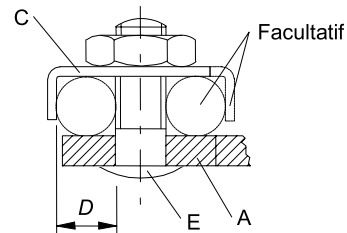
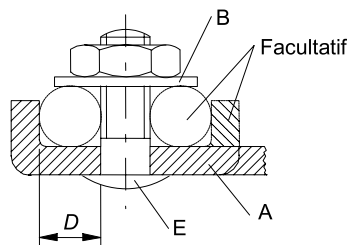
La partie de la borne portant le trou taraudé et la partie de la borne contre laquelle le conducteur est serré par la vis peuvent être deux parties distinctes, comme dans le cas des bornes à étrier.

La forme du logement du conducteur peut différer des formes qui sont représentées, sous réserve que l'on puisse y inscrire un cercle de diamètre égal à la valeur minimale spécifiée pour D, ou ayant le contour minimal spécifié pour le trou allongé de la borne acceptant des conducteurs jusqu'à 2,5 mm² de section.

Figure 5 – Bornes à trou



Bornes à vis



Bornes à goujon

IEC 108/11

Légende

- A Partie fixe
- B Rondelle ou plaquette
- C Dispositif empêchant le conducteur de s'échapper
- D Logement du conducteur
- E Goujon

Figure 6a – Vis/goujon ne nécessitant pas de rondelle ou plaquette

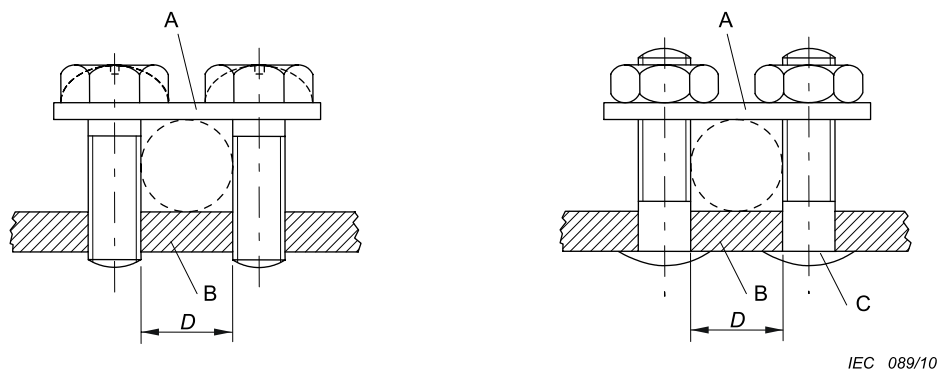
Figure 6b – Vis/goujon nécessitant une rondelle, plaquette ou dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper

Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple	
		3 ^a	
		Une vis ou un goujon	Deux vis ou deux goujons
Jusqu'à 1,5	1,7	0,5	–
Jusqu'à 2,5	2,0	0,8	–
Jusqu'à 4	2,7	1,2	0,5

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis faisant l'objet des colonnes correspondantes du Tableau 6.

La partie maintenant le conducteur en place peut être en matière isolante à condition que la pression nécessaire au serrage du conducteur ne se transmette pas par l'intermédiaire de ladite matière.
Le deuxième logement du conducteur facultatif pour la borne acceptant des conducteurs jusqu'à 2,5 mm² de section peut être utilisé pour la connexion du deuxième conducteur lorsqu'il est prescrit de brancher deux conducteurs de 2,5 mm².

Figure 6 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté



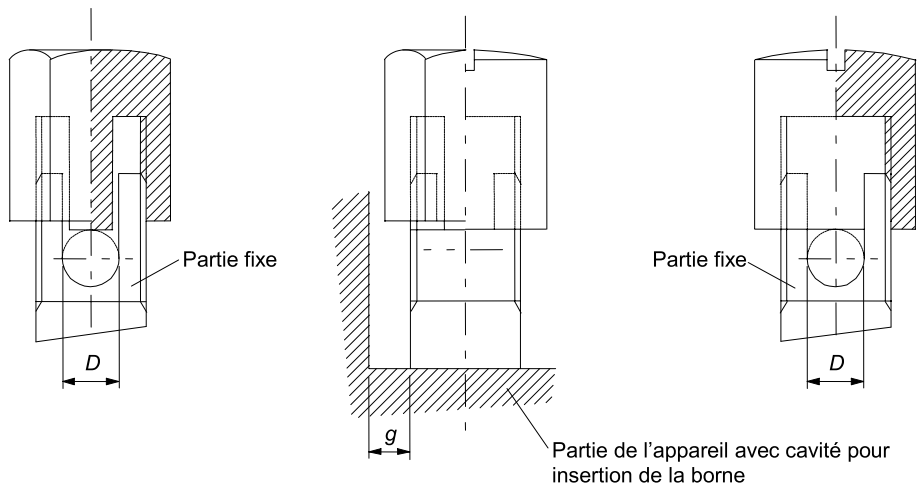
Légende

- A Plaquette
- B Partie fixe
- C Goujon
- D Logement du conducteur

Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple Nm
Jusqu'à 4	3,0	0,5

La forme du logement du conducteur peut différer de celle qui est représentée sur la figure, sous réserve que l'on puisse y inscrire un cercle de diamètre égal à la valeur minimale spécifiée pour *D*.
Les deux faces (supérieure et inférieure) de la plaquette peuvent avoir une forme différente pour loger soit des conducteurs de petite section, soit des conducteurs de grande section par retournement de la plaquette.

Figure 7 – Bornes à plaquette

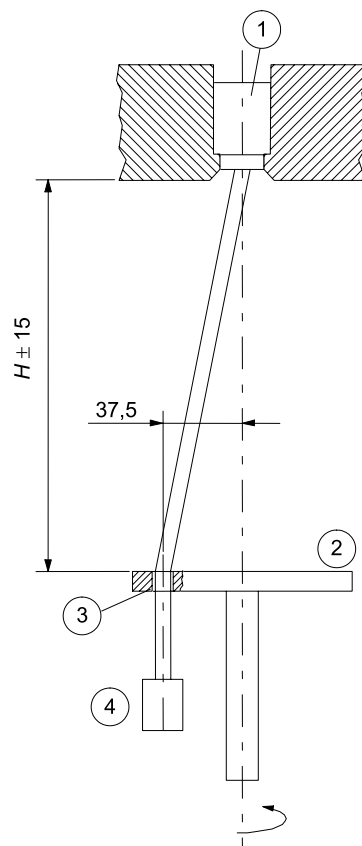


Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur ^a mm	Distance minimale <i>g</i> entre la partie fixe et l'extrémité du conducteur lorsque celui-ci est introduit à fond mm
Jusqu'à 1,5	1,7	1,5
Jusqu'à 2,5	2,0	1,5
Jusqu'à 4	2,7	1,8

^a Le fond du logement du conducteur doit être légèrement arrondi, de façon à obtenir une connexion fiable.

NOTE La valeur du couple de torsion à appliquer est celle spécifiée dans la colonne 2 ou 3 du Tableau 20, selon le cas.

Figure 8 – Bornes à capot taraudé



IEC 110/11

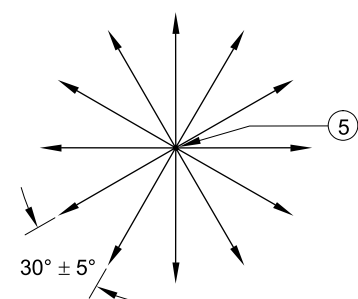
Dimensions en millimètres

Légende

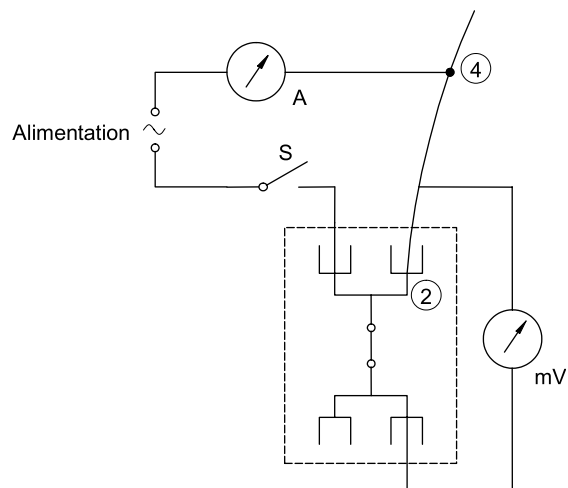
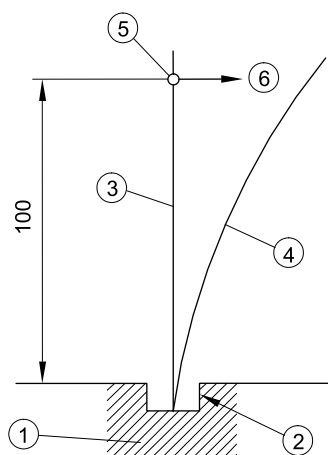
- 1 Borne
- 2 Plateau
- 3 Manchon
- 4 Masse

NOTE Il convient de contrôler que le trou pour le manchon est réalisé de façon à s'assurer que la force appliquée au câble est uniquement une force de traction et que la transmission de tout couple de torsion à la connexion des moyens de serrage est empêchée.

Figure 9 – Dispositif pour vérifier les dommages aux conducteurs



Directions d'application des forces



IEC 111/11

Dimensions en millimètres

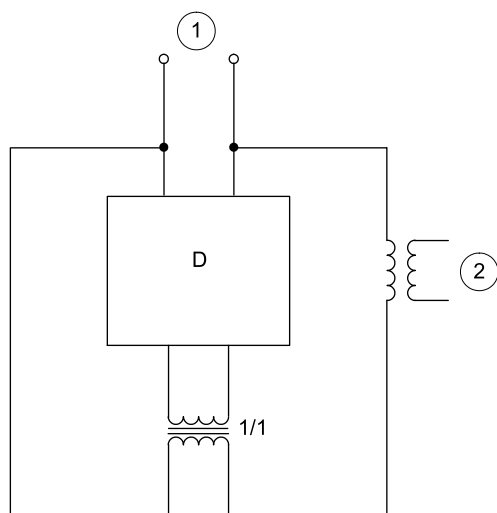
Légende

A	Ampèremètre
mV	Millivoltmètre
S	Interrupteur
1	Echantillon
2	Organe de serrage en essai
3	Conducteur d'essai
4	Conducteur d'essai, dévié
5	Point d'application de la force pour dévier le conducteur
6	Force de déflexion (perpendiculaire au conducteur droit)

Figure 10a – Principe de l'appareil d'essai pour les essais de déflexion sur les bornes sans vis

Figure 10b – Exemple de montage d'essai pour la mesure de la chute de tension lors de l'essai de déflexion sur les bornes sans vis

Figure 10 – Indications pour l'essai de déflexion

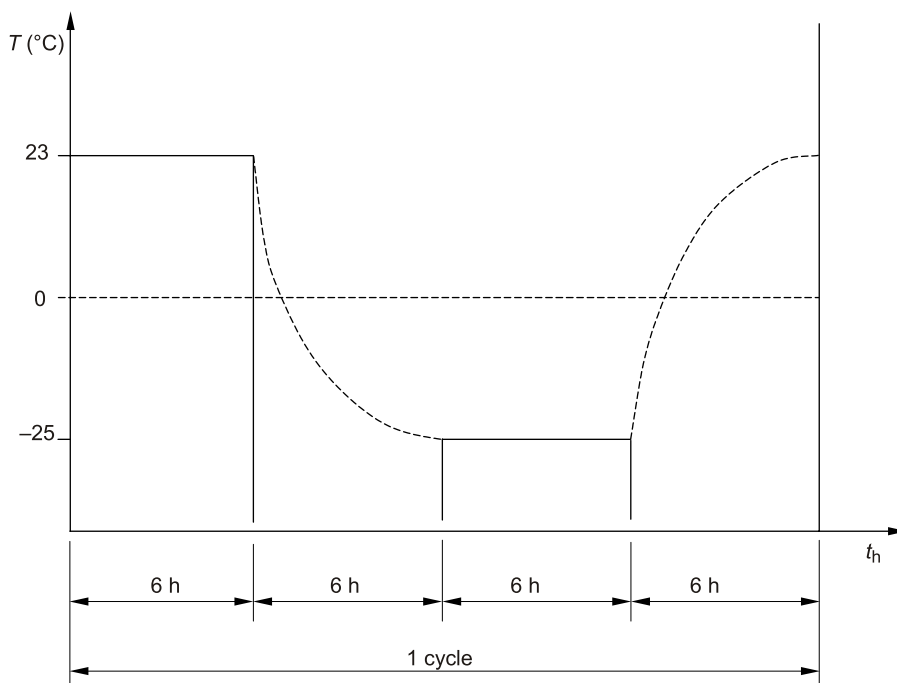


IEC 067/10

Légende

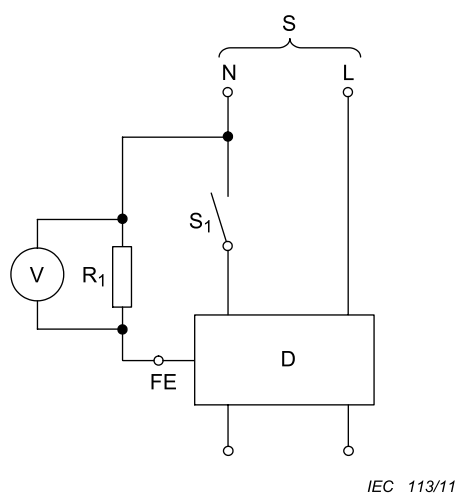
- 1 Alimentation à $1,1 U_n$
- 2 Alimentation en courant
- D DDRPC en essai

Figure 11 – Exemple de circuit d'essai avec courant et tension provenant de sources distinctes



IEC 112/11

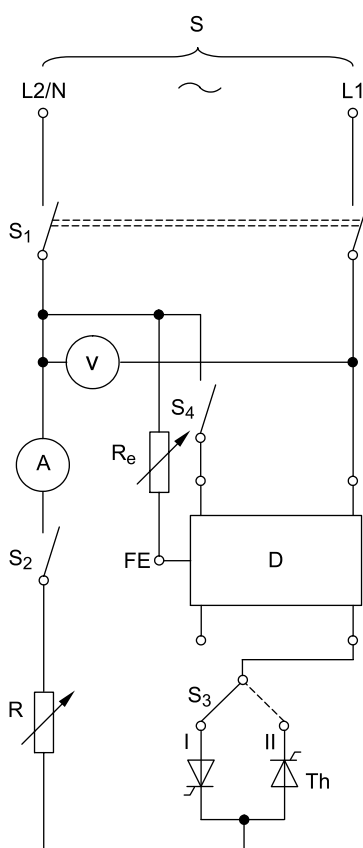
Figure 12 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température



Légende

D	DDRPC en essai
S	Alimentation
S ₁	Interrupteur
V	Voltmètre
R ₁	Résistance
FE	Terre fonctionnelle

Figure 13 – Mesure du courant FE/PE de repos

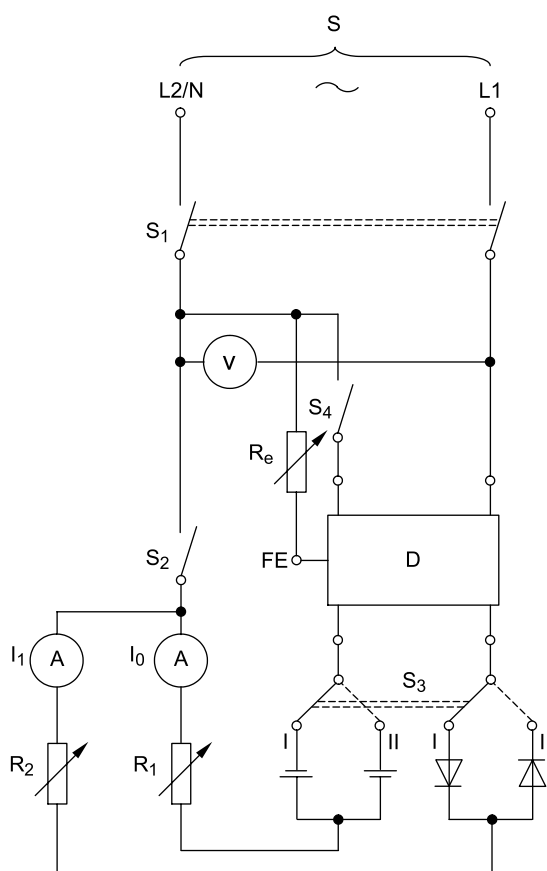


IEC 114/11

Légende

S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre (mesurant les valeurs efficaces)
D	DDRPC en essai
R	Résistance variable
Re	Résistance de 150 Ω
Th	Thyristor
S ₁	Interrupteur bipolaire
S ₂	Interrupteur unipolaire
S ₃	Interrupteur unipolaire à deux voies
S ₄	Interrupteur unipolaire
FE	Terre fonctionnelle

Figure 14 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés

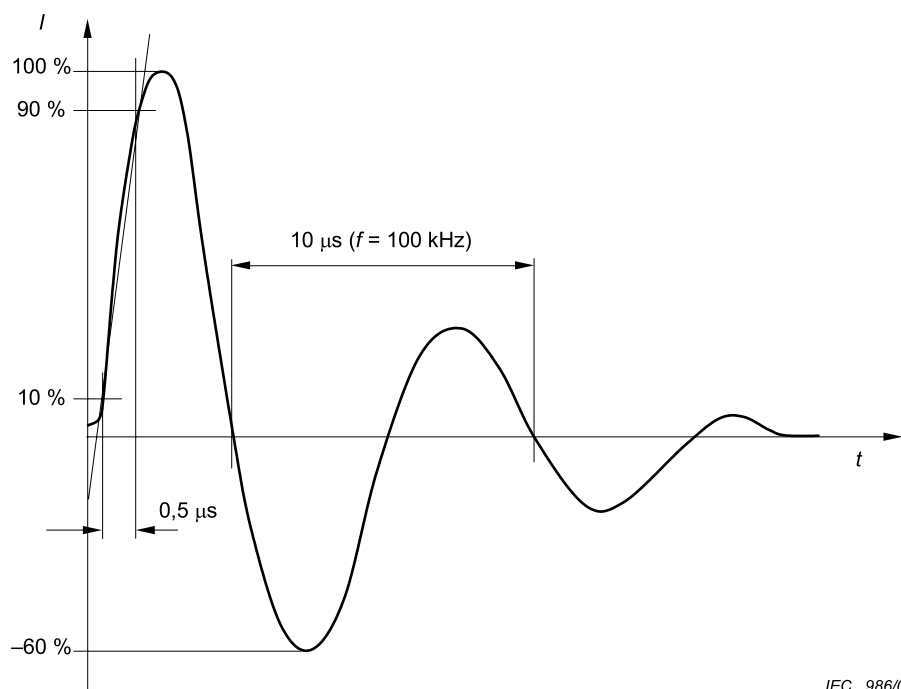


IEC 115/11

Légende

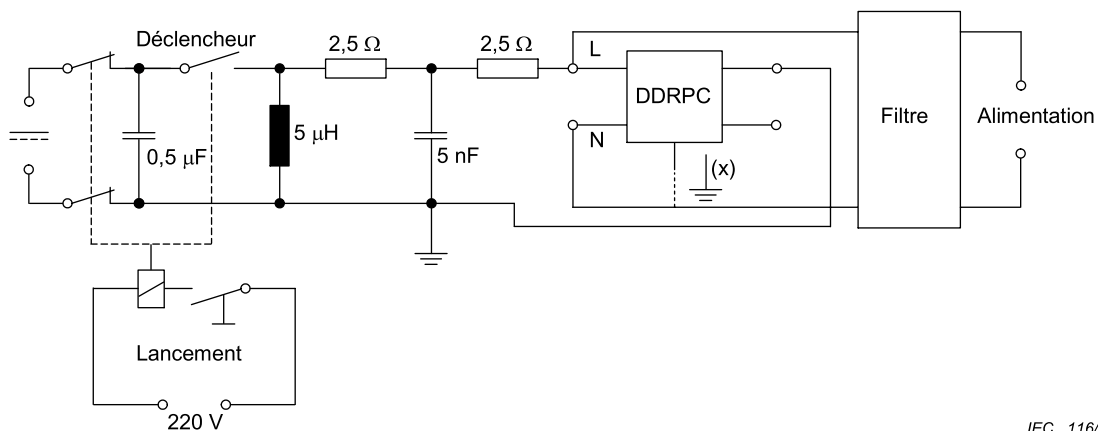
S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre (mesurant les valeurs efficaces)
D	DDRPC en essai
R_e	Résistance variable
R_1	Résistance variable
R_2	Résistance variable
D_1	Diode
S_1	Interrupteur bipolaire
S_2	Interrupteur unipolaire
S_3	Interrupteur bipolaire à deux voies
S_4	Interrupteur unipolaire
FE	Terre fonctionnelle

Figure 15 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé



IEC 986/08

Figure 16 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 μs/100 kHz

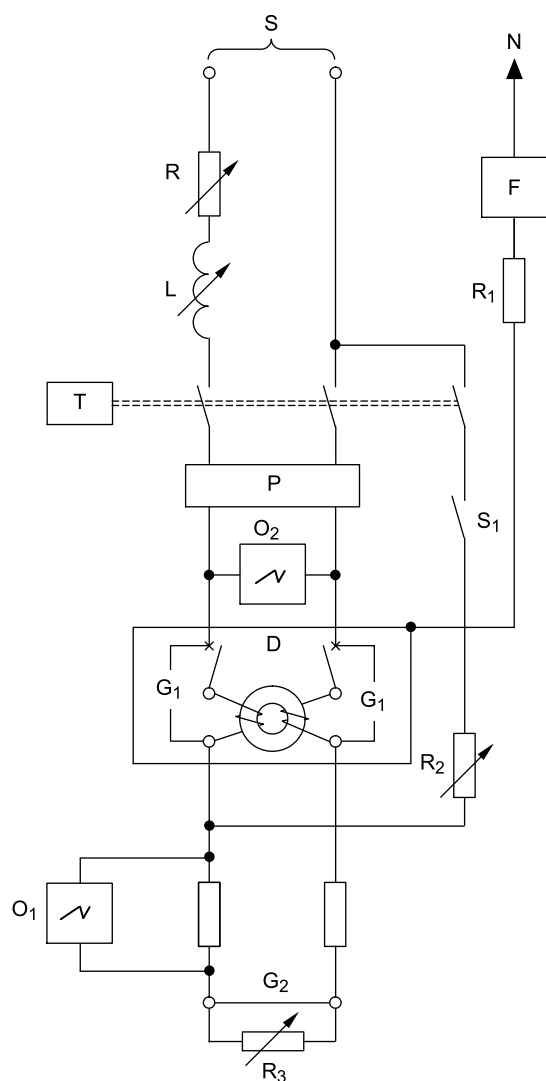


IEC 116/11

Légende

(x) Borne de mise à la terre reliée au conducteur neutre si marquage sur le DDRPC

Figure 17 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC

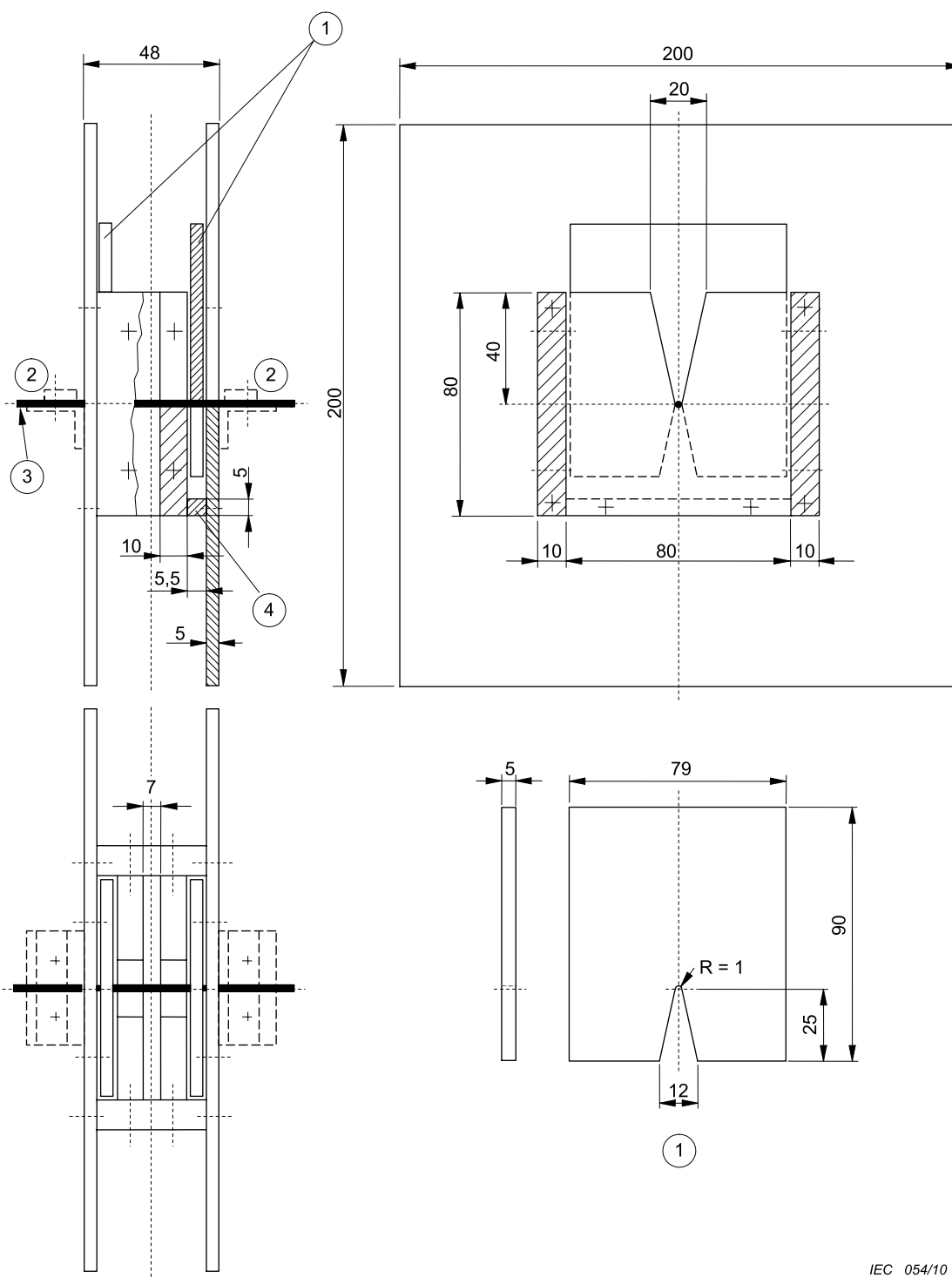


IEC 117/11

Légende

N	Conducteur neutre
S	Alimentation
R	Résistance réglable
L	Bobine de réactance réglable
P	Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)
D	DDRPC en essai
G ₁	Connexions provisoires pour l'étalonnage
G ₂	Connexion d'essai avec courant conditionnel de court-circuit assigné
T	Dispositif établissant le court-circuit
O ₁	Capteur de courant
O ₂	Capteur de tension
F	Dispositif de détection d'un courant de défaut dans le dispositif F
R ₁	Résistance limitant le courant dans le dispositif F
R ₂	Résistance réglable pour l'étalonnage I_{Δ}
R ₃	Résistance supplémentaire réglable pour obtenir un courant inférieur au courant de court-circuit conditionnel assigné
S ₁	Interrupteur auxiliaire

Figure 18 – Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination



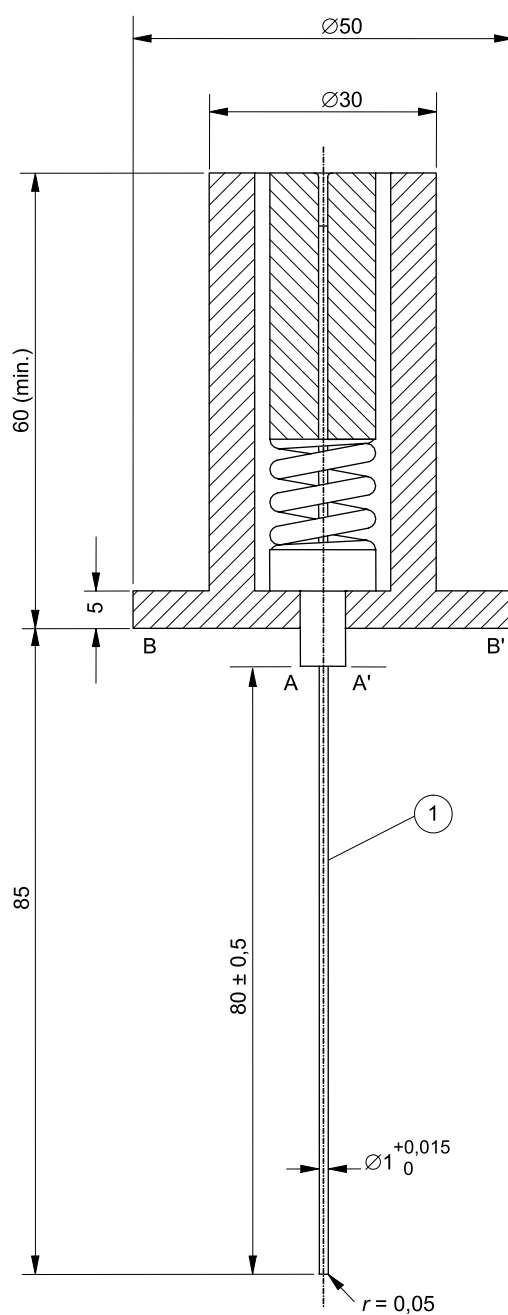
IEC 054/10

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Plaque coulissante
- 2 Borne
- 3 Fil d'argent
- 4 Butoir pour plaque coulissante

Figure 19 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales I^2t et I_p que le DDRPC doit supporter (9.16.2.1 a)



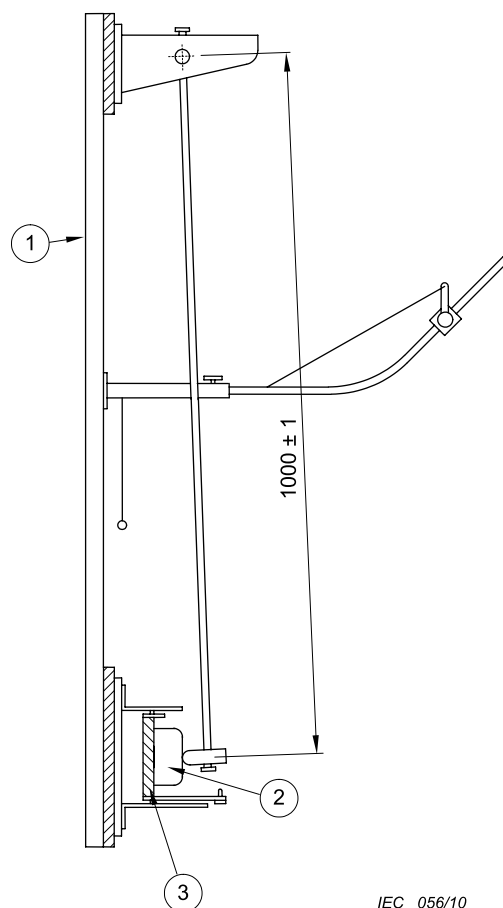
IEC 118/11

Dimensions en millimètres

Légende

1 Fil d'acier rigide

Figure 20 – Calibre de vérification de la non-accessibilité des parties actives



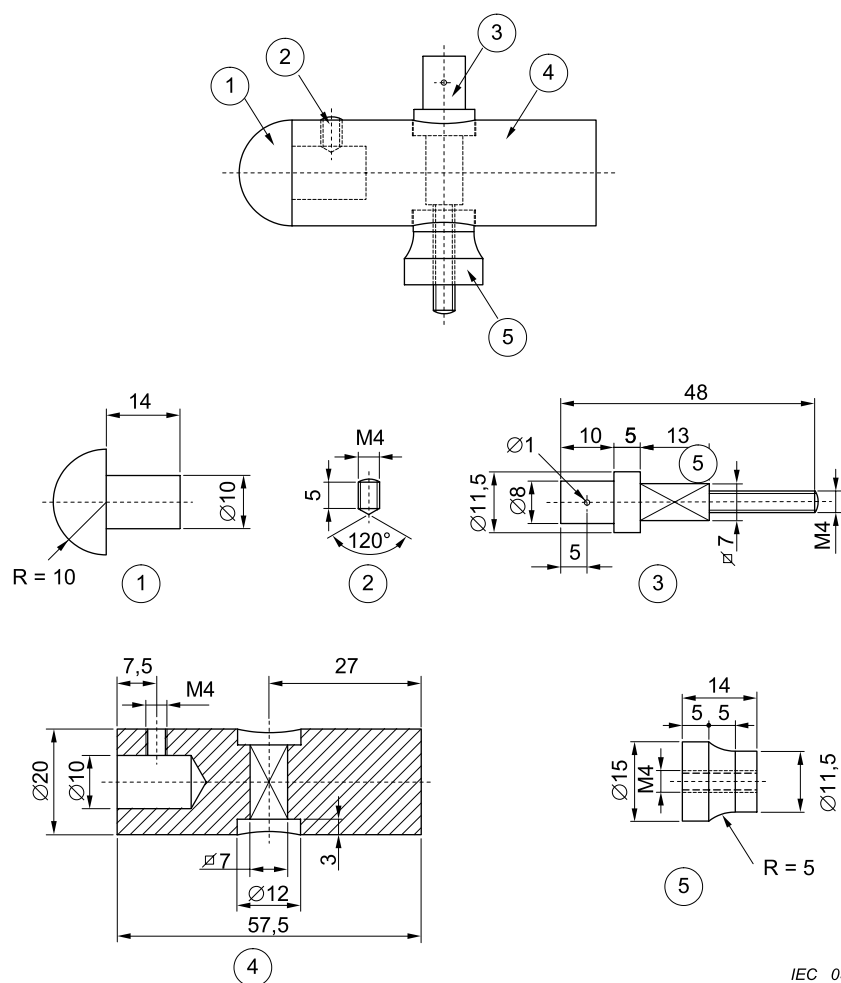
IEC 056/10

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Masse
- 2 Echantillon
- 3 Support de montage

Figure 21 – Appareil d'essai de choc



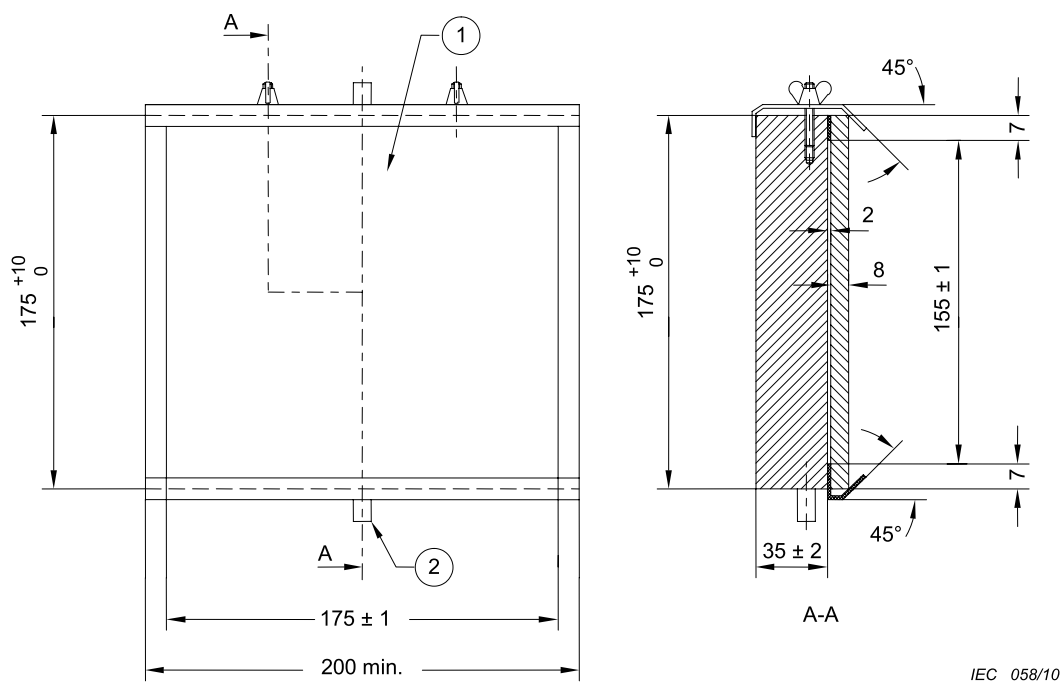
IEC 057/10

Dimensions en millimètres

Légende

1	Polyamide
2, 3, 4, 5	Acier Fe 360

Figure 22 – Détails de la pièce de frappe

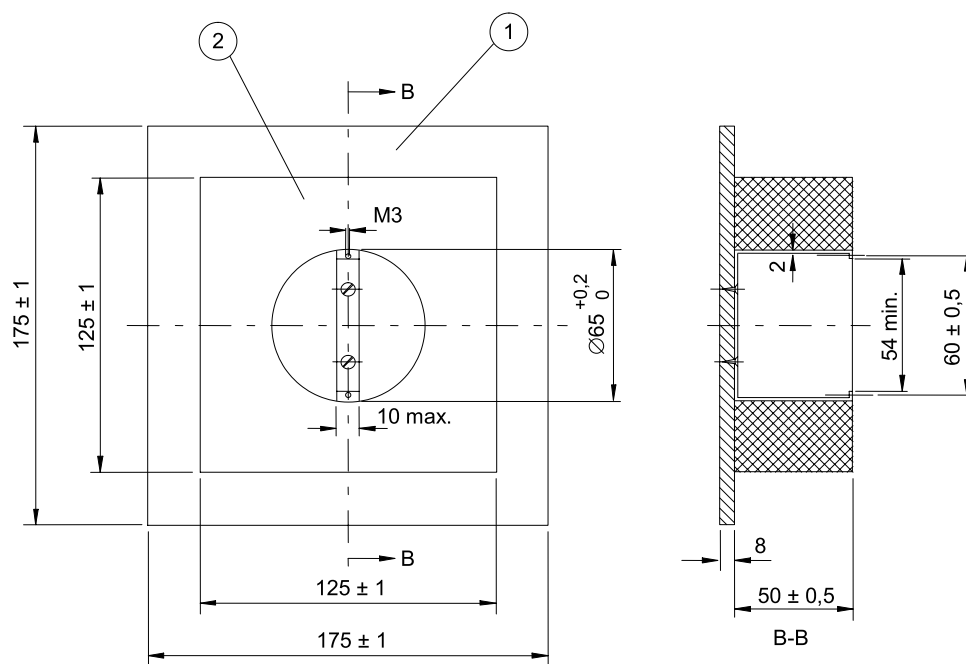


Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Panneau de contreplaqué
- 2 Pivot

Figure 23 – Support de montage des échantillons



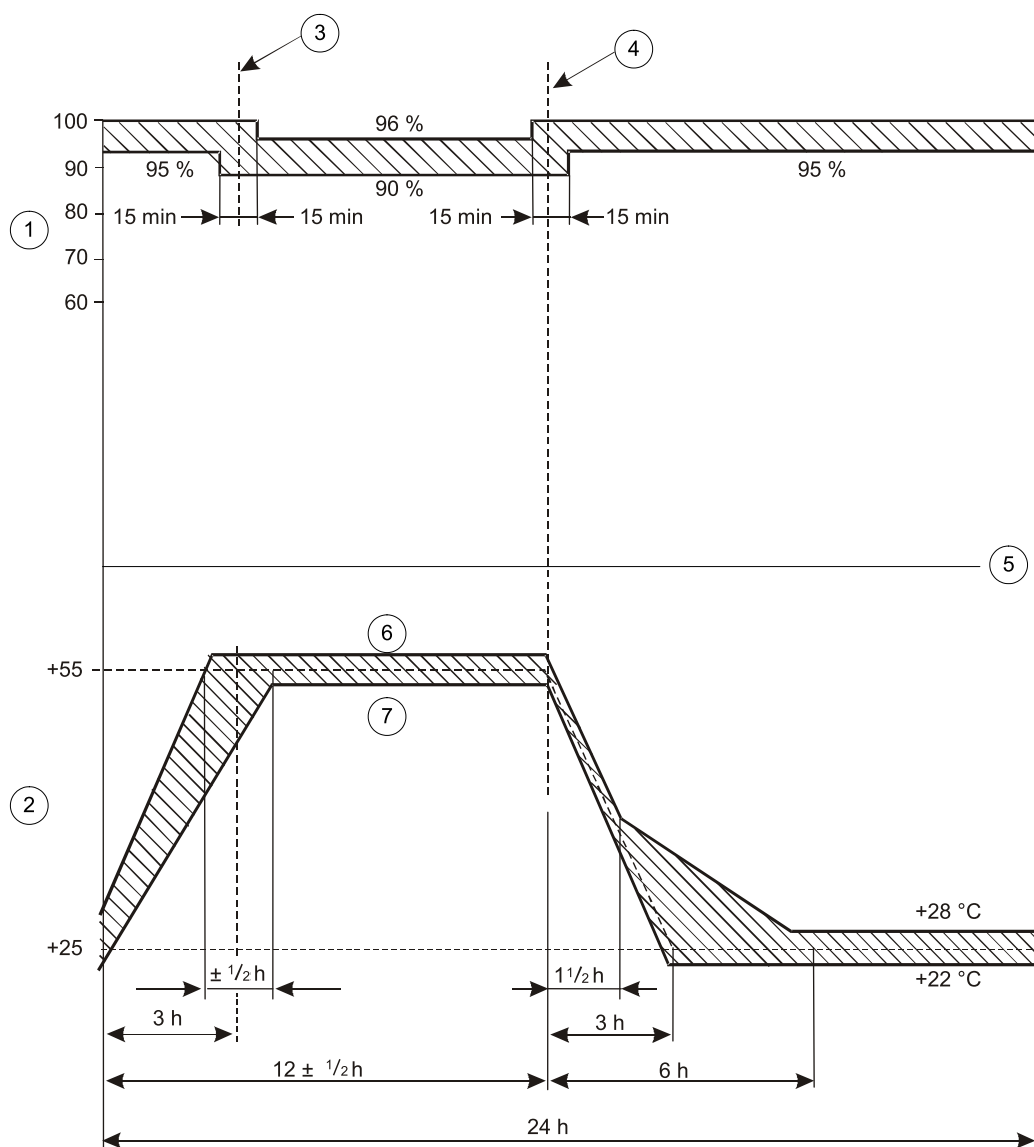
Dimensions en millimètres

Légende

- 3 Panneau de contreplaqué
- 4 Bloc en bois de charme

Les dimensions du logement dans le bloc en bois de charme sont données à titre d'exemple. Des dimensions plus générales sont à l'étude.

Figure 24 – Bloc de montage des DDRPC pour montage encastré

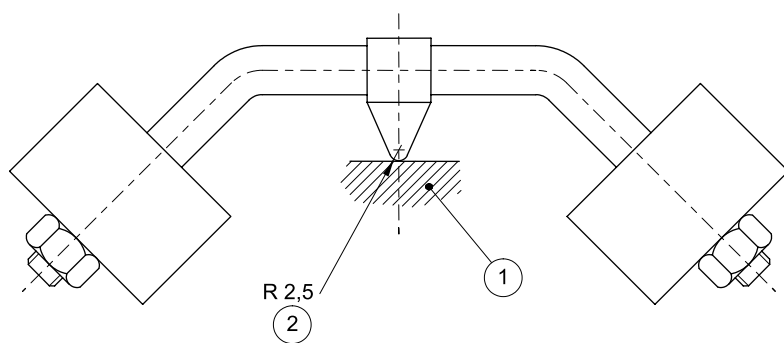


IEC 066/10

Légende

- 1 Humidité relative (%)
- 2 Température ambiante (°C)
- 3 Fin de l'élévation de température
- 4 Début de la diminution de température
- 5 Temps
- 6 Température supérieure +57 °C
- 7 Température inférieure +53 °C

Figure 25 – Cycle d'essai de fiabilité



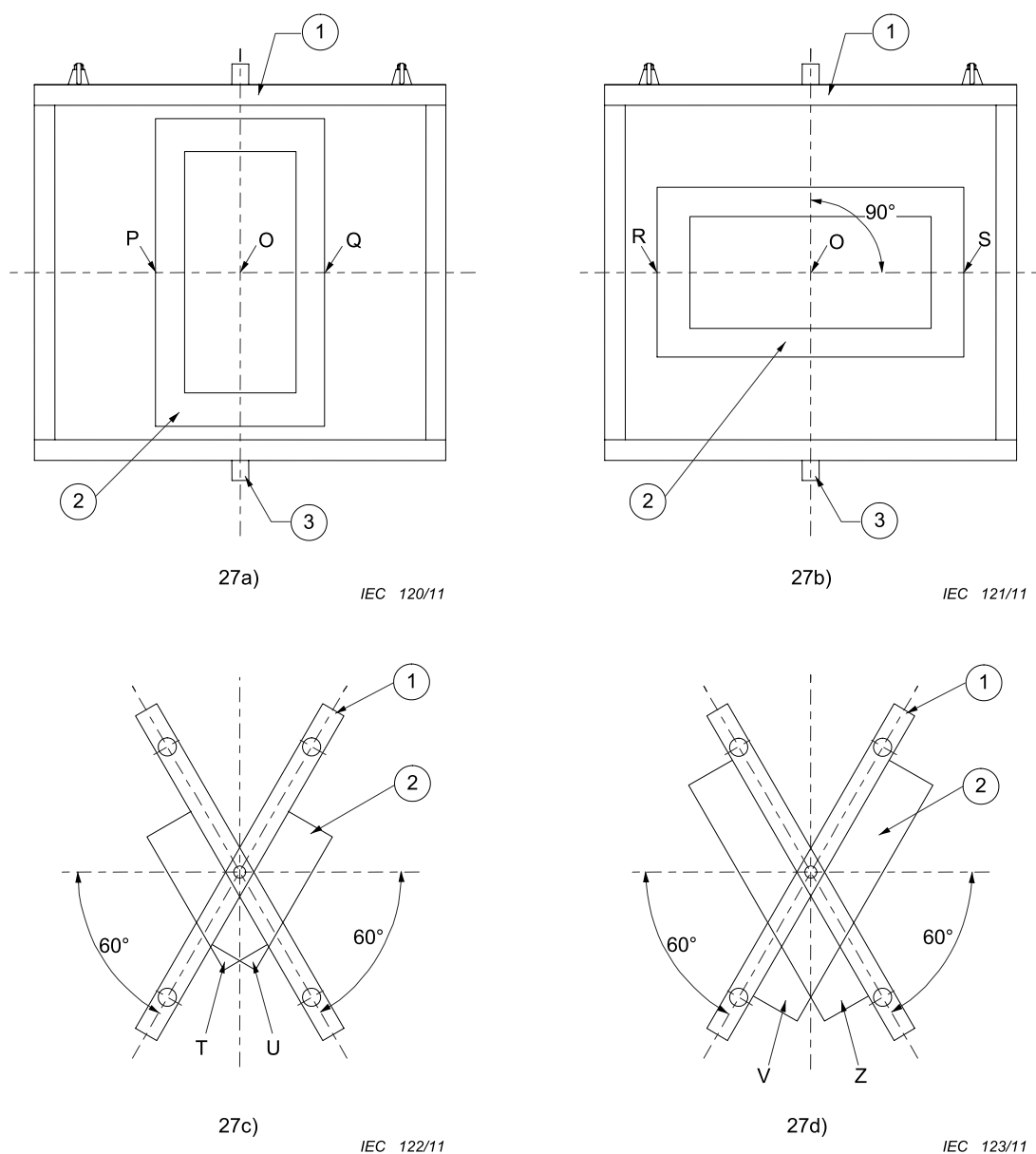
IEC 062/10

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Echantillon
- 2 Forme sphérique

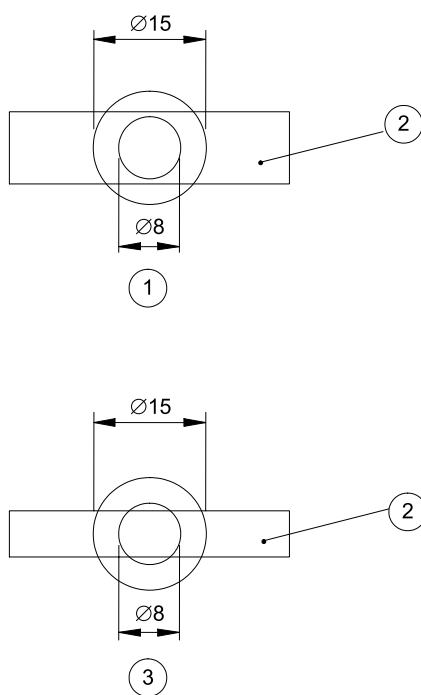
Figure 26 – Appareil pour l'essai de pression à la bille



Application des coups			
Croquis	Nombre total de coups	Points d'application	Parties à soumettre à l'essai
27a)	3	Un coup au centre Un coup entre O et P ^a Un coup entre O et Q ^a	A
27b)	2	Un coup entre O et R ^a Un coup entre O et S ^a	A
27c)	2	Un coup appliqué sur la surface T ^a Un coup appliqué sur la surface U ^a	B, C et D
27d)	2	Un coup appliqué sur la surface V ^a Un coup appliqué sur la surface Z ^a	B, C et D

^a Le coup est appliqué sur le point le plus défavorable.

Figure 27 – Croquis et tableau illustrant l'application des coups



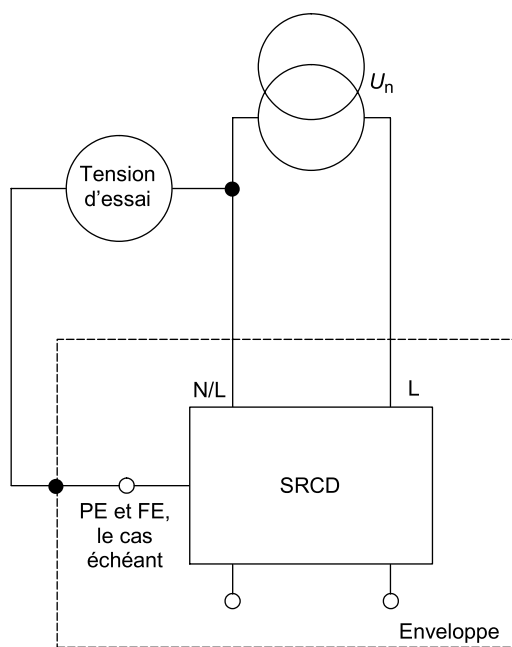
IEC 124/11

Dimensions en millimètres

Key

- 1 A soumettre à l'essai
- 2 Echantillon
- 3 Aucun essai exigé

Figure 28 – Représentation schématique de 9.22



IEC 125/11

La tension d'essai et U_n doivent être en phase.

Figure 29 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance des surtensions temporaires (9.25)

Annexe A (normative)

Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre à essai à des fins de certification

A.1 Généralités

Le terme certification recouvre:

- soit la déclaration de conformité par le constructeur,
- soit la certification par une tierce partie, par exemple, par un laboratoire d'essai indépendant.

A.2 Séquences d'essais

Les essais sont effectués selon le Tableau A.1, les essais de chaque séquence étant effectués dans l'ordre indiqué.

Tableau A.1 – Séquences d'essais

Séquence d'essai	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
A	9.2	Marquage et essai de l'indélétabilité du marquage
	9.3	Vérification du mécanisme à déclenchement libre
	9.6	Essai de la fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions
	9.7	Bornes à vis et bornes sans vis
	9.20	Protection contre les chocs électriques
	9.21	Résistance à la chaleur
	8.3.2	Distances d'isolement et lignes de fuite
	9.22	Résistance à la chaleur anormale et au feu
B ₀	9.12	Résistance à l'humidité
	9.13	Essai des propriétés diélectriques
	9.11.3.1	Essai d'échauffement pour les DDRPC classés selon 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3.
	9.11.3.2	Essai d'échauffement supplémentaire pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b)
	9.16	Vérification de la résistance du DDRPC aux tensions de choc
	9.19.2	Essai à la température de 40 °C
	9.24	Vérification du vieillissement des composants électroniques
B ₁	9.26	Vérification de la valeur limite du courant stationnaire du FE/PE
	9.25	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires
C ₀	9.17	Endurance mécanique et électrique
C ₁	9.15.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classés selon 4.2.1
D ₀	9.8	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A.
	9.9	Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage

Séquence d'essai	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
	9.4	Essais se substituant aux vérifications des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phase et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture .
	9.5	Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques utilisés dans les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phases et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture
D ₁	9.23.1	Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité applicables
	9.14.2	Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A
	9.10	Vérification de l'appareil d'essai
	9.15.2.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de court-circuit différentiel assigné $I_{\Delta m}$
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essais
	9.18	Résistance au choc mécanique
E ₁ ^a	9.15.2.4 a)	Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})
	9.15.2.2	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essais
E ₂ ^a	9.15.2.4 b)	Vérification de la coordination au pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)
	9.15.2.4 c)	Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essai
F ₁ ^a	9.23.2.1	Essai à 1 500 A
	9.23.3	Etat du DDRPC après les essais
F ₂ ^a	9.23.2.2	Essai effectué avec le pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})
	9.23.3	Etat du DDRPC après les essais
G	9.19.1	Essai climatique
CEM ₁	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 4 – T1.1 Harmoniques, interharmoniques
		IEC 61543:1995 Tableau 4 – T1.2 Transmission de signaux sur le secteur
		IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.3 Transitoires unidirectionnels conduits à l'échelle de la microseconde et de la milliseconde
CEM ₂	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.1 Tensions ou courants induits oscillatoires et T2.5 Phénomènes émis à haute fréquence
		IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.2 Transitoires rapides (salves) Mode commun
CEM ₃	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.6 Perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquence inférieure à 150 kHz
		IEC 61543:1995 Tableau 6 – T3.1 Décharges électrostatiques
^a Les séquences d'essais E ou F s'appliquent selon la classification correspondante selon 4.9.		

A.3 Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Si seul un type de DDRPC d'un courant assigné et d'un courant différentiel de fonctionnement assigné est présenté aux essais, le nombre d'échantillons à soumettre aux différentes séries d'essais est celui indiqué dans le Tableau A.2 où sont également indiqués les critères minimaux de performance.

Si tous les échantillons présentés selon la deuxième colonne du Tableau A.2 satisfont aux essais, la conformité à la norme est satisfaite. Si seul le nombre minimal, donné dans la troisième colonne, satisfait aux essais, des échantillons supplémentaires comme indiqué dans la quatrième colonne doivent être soumis à l'essai et doivent alors satisfaire entièrement à la séquence d'essais.

Pour les DDRPC ayant uniquement un courant assigné, mais plus d'un courant différentiel de fonctionnement, deux lots séparés d'échantillons doivent être soumis à chaque séquence d'essais: un lot au courant différentiel de fonctionnement le plus élevé, l'autre lot au courant différentiel de fonctionnement le plus faible.

Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Séquence d'essais	Nombre d'échantillons	Nombre minimal d'échantillons devant satisfaire à l'essai ^{a, b}	Nombre maximal d'échantillons pour les essais répétés ^c
A	1	1	
B ₀	3	2	3
B ₁	3	2	3
C ₀	3	2	3
C ₁	3	2	3
D ₀	3	2 ^d	3
D ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₂ ^g	3	2 ^d	3
F ₁ ^g	3	2 ^e	3
F ₂ ^g	3	2 ^e	3
G	3	2	3
CEM ₁ ^f	3	2	3
CEM ₂ ^f	3	2	3
CEM ₃ ^f	3	2	3

^a Au total, un nombre maximum de trois séquences d'essais peut être recommencé.

^b On suppose que tout échantillon qui n'a pas satisfait à un essai n'a pas répondu aux exigences en raison de défauts de fabrication ou au montage qui ne sont pas représentatifs de la conception.

^c Dans le cas des essais répétés, tous les résultats d'essai doivent être acceptables.

^d Aucune défaillance n'est admise pendant les essais de 9.8.3, 9.8.4, 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) et 9.15.2.4 c), selon le cas.

^e Tous les échantillons doivent satisfaire aux exigences de 9.23.2.1 et 9.23.2.2

^f A la demande du constructeur, le même lot d'échantillons peut être soumis à plusieurs séquences d'essais.

^g Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), le nombre d'échantillons est multiplié par deux.

A.4 Procédures d'essai simplifiées en cas de présentation simultanée d'une série de DDRPC de même conception de base

A.4.1 Généralités

Les DDRPC peuvent être considérés comme ayant la même conception de base si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) ils ont la même conception de base selon la classification;
- b) les organes de manœuvre à courant différentiel ont des mécanismes de déclenchement identiques et des relais ou solénoïdes identiques à l'exception des variations admises en c) et d) ci-dessous;
- c) les matériaux, finitions et dimensions des parties intérieures transportant le courant sont identiques hormis les variations explicitées en a) ci-dessous;
- d) les bornes sont de conception similaire (voir b) ci-dessous);
- e) la taille, la matière, la configuration et la méthode de fixation des contacts sont identiques;
- f) le mécanisme de manœuvre manuel, les matériaux et les caractéristiques physiques sont identiques;
- g) le moulage et les matériaux isolants sont identiques;
- h) la méthode, les matériaux et la construction de l'appareil de connexion sont identiques;
- i) la conception de base du dispositif de détection de courant différentiel est identique, pour un type de caractéristique donné, hormis les variations admises en c) ci-dessous;
- j) la conception de base du dispositif de déclenchement de courant différentiel est identique, hormis les variations admises en d) ci-dessous;
- k) la conception de base de l'appareil d'essai est identique, hormis les variations admises en e) ci-dessous.

Les variations suivantes sont autorisées sous réserve que les DDRPC satisfassent en tous autres points aux exigences détaillées ci-dessus;

- 1) aire de section des connexions internes transportant le courant et longueurs des connexions au tore primaire;
- 2) dimension des bornes;
- 3) nombre de spires et aire de section des enroulements, ainsi que dimension et matériau constitutif du noyau du transformateur différentiel;
- 4) la sensibilité du relais et/ou du circuit électronique associé, s'il y a lieu;
- 5) la valeur ohmique du dispositif produisant le nombre maximal d'ampères-tours nécessaires pour se conformer aux essais de 9.10.

A.4.2 Procédure d'essai simplifiée

Pour les DDRPC de même conception de base et de même classification, ayant des courants assignés différents et/ou un courant différentiel de fonctionnement assigné différent, le nombre d'échantillons à soumettre à l'essai peut être réduit selon le Tableau A.3.

Tableau A.3 – Nombre d'échantillons pour la procédure d'essai simplifiée

Séquence d'essais	Nombre d'échantillons ^{a, b}
A	1 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
B ₀	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
B ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
C	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₀	1 pour toutes les autres valeurs assignées de $I_{\Delta n}$ avec max. I_n
E ₁ et F ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₁ ^c	1 pour toutes les autres valeurs assignées avec $I_{\Delta n}$ min.
E ₂ et F ₂	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$ 3 valeur assignée min. I_n valeur assignée max. $I_{\Delta n}$
G	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₁	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₂	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₃	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
^a Si un essai doit être répété selon les critères de performance minimaux de l'Article A.2, un nouveau lot d'échantillons est utilisé pour l'essai correspondant. Dans les essais répétés, tous les résultats d'essai doivent être acceptables. ^b Si une seule valeur de $I_{\Delta n}$ est présentée, la valeur assignée $I_{\Delta n}$ min. et la valeur assignée $I_{\Delta n}$ max. sont remplacées par $I_{\Delta n}$. ^c Pour cette séquence, seul l'essai de 9.23.1 est requis.	

Annexe B (normative)

Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite

Pour la détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite, il convient de tenir compte des points suivants:

Si une distance d'isolement ou une ligne de fuite est influencée par une ou plusieurs pièces métalliques, il convient que la somme des sections ait au moins la valeur minimale prescrite.

Il convient de ne pas tenir compte des sections individuelles de longueur inférieure à 1 mm dans le calcul de la longueur totale des distances d'isolement et des lignes de fuite.

Pour la détermination d'une ligne de fuite

- il convient de mesurer les rainures de profondeur et de largeur au moins égales à 1 mm le long de leur contour;
- il convient de ne pas tenir compte des rainures dont les dimensions sont inférieures à ces dimensions;
- les nervures de hauteur au moins égale à 1 mm
 - a) sont mesurées le long de leur contour, si elles font partie intégrante d'un composant en matière isolante (par exemple, par moulage, soudage ou collage);
 - b) sont mesurées en suivant le plus court des deux trajets suivants: le long du joint ou du profil de la nervure, si les nervures ne font pas partie intégrante d'un composant en matière isolante.

L'application des recommandations qui précèdent est illustrée par les figures suivantes:

- les Figures B.1, B.2 et B.3 indiquent la manière de tenir compte ou de ne pas tenir compte de la présence d'une rainure dans une ligne de fuite;
- les Figures B.4 et B.5 indiquent la manière de tenir compte ou de ne pas tenir compte de la présence d'une nervure dans une ligne de fuite;
- la Figure B.6 illustre la manière de tenir compte d'un joint dans le cas d'une nervure obtenue par insertion d'une cloison isolante, dont le profil extérieur a une longueur supérieure à celle du joint;
- les Figures B.7, B.8, B.9 et B.10 illustrent la manière de déterminer la ligne de fuite dans le cas de moyens de fixation situés dans des évidements dans des parties isolantes de matières isolantes.

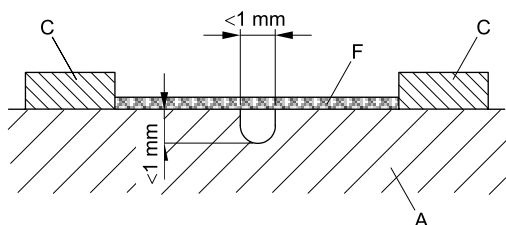


Figure B.1

IEC 071/10

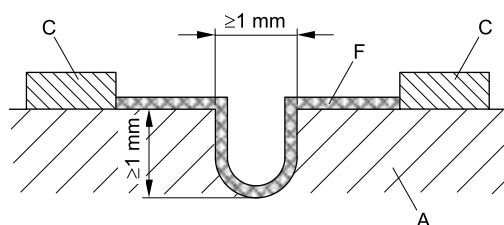


Figure B.2

IEC 072/10

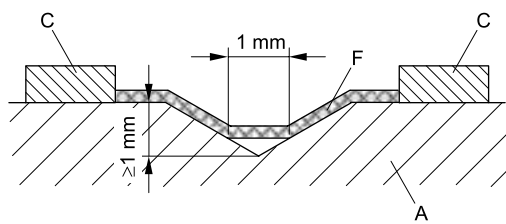


Figure B.3

IEC 073/10

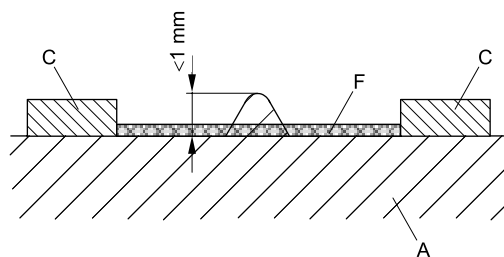


Figure B.4

IEC 074/10

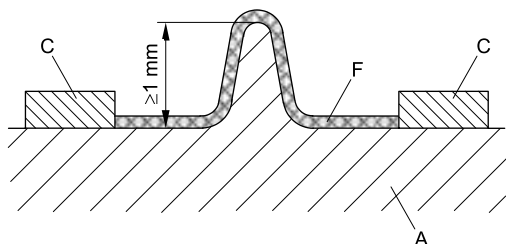


Figure B.5

IEC 075/10

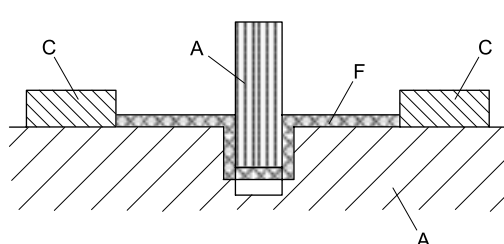


Figure B.6

IEC 076/10

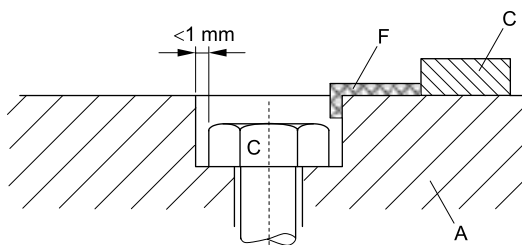


Figure B.7

IEC 077/10

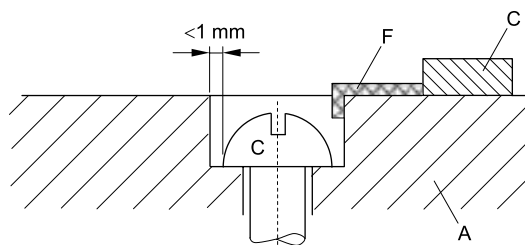


Figure B.8

IEC 078/10

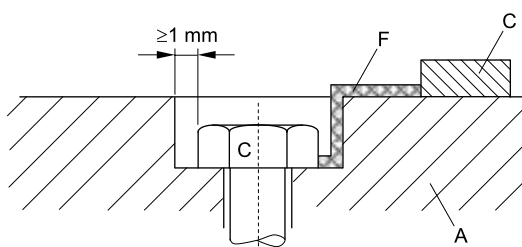


Figure B.9

IEC 079/10

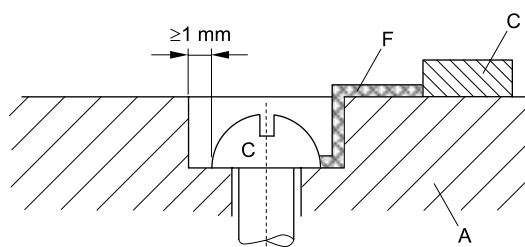


Figure B.10

IEC 080/10

Légende

- A Matière isolante
- C Partie conductrice
- F Ligne de fuite

Figures B.1 à B.10 – Illustrations de l'application des lignes de fuite

Annexe C
(informative)

Relation approximative entre les sections en mm² et les tailles AWG

Aire de section mm ²	AWG	
	Taille	Section métrique équivalente approximative mm ²
0,20	24	0,21
0,34	22	0,32
0,50	20	0,5
0,75	18	0,8
1,00	–	–
1,50	16	1,3
2,50	14	2,1
4,00	12	3,3
6,00	10	5,3

Annexe D **(normative)**

Essais individuels

D.1 Généralités

Les essais spécifiés dans la présente norme sont destinés à déceler, dans la mesure où la sécurité est en cause, les changements inacceptables de matière ou de fabrication. En général, il faut effectuer des essais supplémentaires pour s'assurer que chaque DDRPC est conforme aux échantillons qui ont satisfait aux essais de la présente norme, selon l'expérience acquise par le constructeur.

D.2 Essai de déclenchement

On fait passer un courant résiduel alternativement dans chacun des pôles du DDRPC. Le DDRPC ne doit pas déclencher pour un courant inférieur ou égal à $0,5 I_{\Delta n}$, mais il doit déclencher à $I_{\Delta n}$ dans un temps prescrit (voir Tableau 1). Le courant d'essai doit être appliqué au moins cinq fois sur chaque DDRPC et doit être appliqué au moins deux fois sur chaque pôle.

D.3 Essai diélectrique

Une tension pratiquement sinusoïdale de 1 500 V, de fréquence 50 Hz/60 Hz, est appliquée pendant 1 s entre les parties suivantes:

- a) le DDRPC étant dans la position «ouvert», entre chaque paire de bornes qui sont reliées électriquement entre elles lorsque l'ID est dans la position «fermé»;
- b) pour les DDRPC ne comportant pas de composants électroniques, le DDRPC étant dans la position «fermé», à tour de rôle entre chaque pôle et les autres reliés entre eux;
- c) pour les DDRPC comportant des composants électroniques, le DDRPC étant dans la position «ouvert», soit entre toutes les bornes d'entrée des pôles à tour de rôle, soit entre toutes les bornes de sorties des pôles à tour de rôle, en fonction de la position des composants électroniques.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni perforation.

D.4 Fonctionnement du dispositif d'essai

Le DDRPC étant en position fermé et connecté à une alimentation de la tension appropriée, le dispositif d'essai, lorsqu'il est manœuvré, doit provoquer l'ouverture du DDRPC.

Lorsque le dispositif d'essai est destiné à fonctionner avec plus d'une valeur de la tension, l'essai doit être effectué à la plus faible valeur de la tension.

Annexe E (informative)

Méthodes de détermination du facteur de puissance d'un court-circuit

E.1 Généralités

Il n'existe pas de méthode uniforme permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit. Deux exemples de méthodes acceptables sont donnés dans la présente annexe.

E.2 Méthode I – Détermination d'après la composante continue

L'angle φ peut être déterminé d'après la courbe de la composante continue de l'onde du courant asymétrique entre l'instant du court-circuit et l'instant de la séparation des contacts, comme suit:

a) La formule de la composante continue est:

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

où

i_d est la valeur de la composante continue à l'instant t ;

i_{do} est la valeur de la composante continue à l'instant choisi comme origine du temps;

L/R est la constante du temps du circuit, en secondes;

t est le temps en secondes, compté à partir de l'instant initial;

e est la base des logarithmes népériens.

La constante de temps L/R peut être déterminée d'après la formule ci-dessus comme suit:

- 1) mesurer la valeur de i_{do} à l'instant du court-circuit et la valeur de i_d à un autre instant t , avant la séparation des contacts;
- 2) déterminer la valeur de $e^{-Rt/L}$ en divisant i_d par i_{do} ;
- 3) d'après une table des valeurs de e^{-x} déterminer la valeur de $-x$ correspondant au rapport i_d/i_{do} ;
- 4) la valeur x représente alors Rt/L , d'où l'on tire L/R .

b) Déterminer l'angle à partir de:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

où ω est 2π fois la fréquence réelle.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque les courants sont mesurés à l'aide des transformateurs de courant.

E.3 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée du point de vue de

l'angle de phase d'abord à celle du générateur d'essai et ensuite au courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur principal d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel on peut déterminer le facteur de puissance.

Bibliographie

IEC 60038, *Tensions normales de l'IEC*

IEC 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 411: Machines tournantes*

IEC 60050-426:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

IEC 60050-441:2000, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-442:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 442: Petit appareillage*

IEC 60050-471:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International – Part 471: Isolateurs*

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

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60439-3, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 3: Règles particulières pour ensembles d'appareillage BT destinés à être installés en des lieux accessibles à des personnes non qualifiées pendant leur utilisation – Tableaux de répartition*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60670-24:2005, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 24: Règles particulières pour enveloppes pour appareillages de protection et appareillages similaires ayant une puissance dissipée*

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 0,35 mm² (inclus)*

IEC 61008 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID)*

IEC 61009 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD)*

IEC 61084 (toutes les parties), *Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques*

IEC 61439-1:2009, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61534 (toutes les parties), *Systèmes de conducteurs préfabriqués*

ISO 306, *Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 2039-2, *Plastiques – Détermination de la dureté – Partie 2: Dureté Rockwell*

FINAL VERSION

VERSION FINALE

**Residual current devices with or without overcurrent protection for
socket-outlets for household and similar uses**

**Dispositifs à courant différentiel résiduel avec ou sans protection contre les
surintensités pour les socles de prises de courant destinés à des installations
domestiques et analogues**

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	12
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	14
3.1 Definitions relating to currents flowing from live parts to earth	14
3.2 Definitions relating to the energization of a residual current device	15
3.3 Definitions relating to the operation and functions of the residual current device	15
3.4 Definitions relating to values and ranges of energizing quantities	17
3.5 Definitions relating to values and ranges of influencing quantities	19
3.6 Definitions relating to conditions of operation	20
3.7 Definitions relating to tests	21
3.8 Definitions relating to residual current devices in general	21
4 Classification.....	21
4.1 Classification according to behaviour resulting from failure of the line voltage	22
4.1.1 SRCD not opening automatically in case of failure of the line voltage	22
4.1.2 SRCD opening automatically in case of failure of the line voltage	22
4.2 Classification according to the design.....	22
4.2.1 SRCD consisting of an RCD incorporated in (a) fixed socket-outlet(s)	22
4.2.2 SRCD consisting of an RCD intended to be associated with fixed socket-outlets within the same mounting box or within two adjacent compatible boxes.....	22
4.2.3 SRCD consisting of an RCD incorporated in a connection unit intended to protect only one piece of fixed electrical equipment (e.g. hand dryer, water cooler, etc.) immediately adjacent to the SRCD	22
4.3 Classification according to behaviour in presence of d.c. components	22
4.4 Classification according to the provision for earthing	22
4.5 Classification according to the design of the cover plate.....	22
4.6 Classification according to the method of mounting	22
4.7 Classification according to the environmental conditions	23
4.7.1 Classification according to the degree of protection against ingress of solid foreign objects	23
4.7.2 Classification according to the degree of protection against harmful ingress of water	23
4.7.3 Classification according to the range of ambient air temperature	23
4.8 Classification according to the type of terminals	23
4.9 Classification according to overcurrent protection.....	23
5 Characteristics of SRCDs	23
5.1 Summary of characteristics	23
5.2 Characteristics common to all socket-outlet residual current devices	24
5.2.1 Rated current (I_n)	24
5.2.2 Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$).....	24
5.2.3 Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	24
5.2.4 Rated voltage (U_n).....	24
5.2.5 Rated frequency	24
5.2.6 Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$).....	24

5.2.7	Operating characteristics in case of residual current.....	24
5.3	Characteristics specific to SRCDs with overcurrent protection (see 4.9)	25
5.3.1	SRCDs classified according to 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1)	25
5.3.2	Rated short-circuit capacity (I_{cn}) for SRCD classified according to 4.9 c) 2)	26
5.4	Preferred or standard values	26
5.4.1	Preferred values of rated voltage (U_n)	26
5.4.2	Standard values of rated current (I_n).....	26
5.4.3	Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	26
5.4.4	Standard value of rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	26
5.4.5	Standard values of rated frequency	26
5.4.6	Standard values of the rated making and breaking capacity (I_m).....	26
5.4.7	Standard values of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	27
5.4.8	Standard values of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	27
5.4.9	Standard values of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$).....	27
5.4.10	Standard values of the rated short-circuit capacity (I_{cn})	27
5.4.11	Standard values of break time	27
5.5	Standard ranges of overcurrent instantaneous tripping for SRCDs to 4.9 c) 2).....	28
6	Marking and other product information.....	28
6.1	General	28
6.2	Additional marking for screwless terminals	30
6.3	Additional marking for SRCDs with an FE connection	30
7	Standard conditions for operation in service and for installation.....	30
8	Requirements for construction and operation.....	31
8.1	General	31
8.2	Information and marking	31
8.3	Mechanical and electrical design	31
8.3.1	Mechanism	31
8.3.2	Clearance and creepage distances	32
8.3.3	Standing current in the FE	34
8.3.4	Screws, current-carrying parts and connections.....	34
8.3.5	Terminals	35
8.4	Operating characteristics.....	35
8.4.1	Operation in response to the type of residual current.....	35
8.4.2	Operation in response to the presence of a residual current equal to or greater than $I_{\Delta n}$	36
8.5	Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring	36
8.6	Test device.....	36
8.7	Temperature rise	36
8.8	Resistance to humidity	37
8.9	Dielectric properties	37
8.10	EMC compliance and unwanted tripping	37
8.10.1	EMC	37
8.10.2	Resistance against unwanted tripping due to current surges caused by impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A	37
8.11	Behaviour of SRCDs in case of overcurrent conditions	37
8.11.1	For all SRCDs	37

8.11.2	Behaviour of SRCDs classified according to 4.9 c) in case of overcurrent conditions	38
8.11.3	Standard time-(over)current zone for SRCD according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)	38
8.12	Resistance of the insulation against impulse voltages	39
8.13	Mechanical and electrical endurance	39
8.14	Resistance to mechanical shock	39
8.15	Reliability	39
8.16	Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD	39
8.16.1	Inaccessibility of live parts	40
8.16.2	Accessible knobs, operating means etc.	40
8.16.3	Accessible parts of SRCDs	40
8.16.4	Degree of protection IP of the SRCD	41
8.17	Resistance to heat	41
8.18	Resistance to abnormal heat and to fire	41
8.19	Behaviour of SRCDs within ambient temperature range	41
8.20	Resistance to temporary overvoltages	41
9	Tests	42
9.1	General	42
9.1.1	Test conditions	42
9.1.2	Characteristics of SRCDs	42
9.2	Marking and test of indelibility of marking	43
9.3	Verification of the trip-free mechanism	43
9.3.1	General test conditions	43
9.3.2	Test procedure	44
9.4	Test for the verification of electronic circuits	44
9.5	Requirements for capacitors and specific resistors and inductors	45
9.5.1	Capacitors	45
9.5.2	Resistors and inductors	45
9.6	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections	47
9.7	Screwed and screwless terminals	47
9.7.1	Screwed terminals for external copper conductors	47
9.7.2	Screwless terminals for external copper conductors	53
9.8	Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs	59
9.8.1	Test circuit	59
9.8.2	Verification of behaviour in the case of supply voltage failure	60
9.8.3	Off-load tests with residual sinusoidal alternating currents at the reference temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$	60
9.8.4	Verification of the correct operation with load at the reference temperature	61
9.8.5	Verification of the correct operation at the temperature limits with and without load	61
9.8.6	Additional tests for SRCDs fitted with an FE	62
9.8.7	Verification of correct operation of type A SRCDs with residual currents having a d.c. component	63
9.9	Verification of behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring	64
9.10	Verification of the test device	64
9.10.1	Verification of the simulated residual current	64
9.10.2	Verification of the operation of the test device	65

9.11	Verification of the limit of temperature rise	65
9.11.1	Test conditions	65
9.11.2	Ambient air temperature	66
9.11.3	Test procedure	66
9.11.4	Measurement of the temperature rise of different parts	66
9.12	Resistance to humidity	66
9.12.1	Preparation of the SRCD for test	66
9.12.2	Test conditions	66
9.12.3	Test procedure	67
9.12.4	Condition of the SRCD after the test	67
9.13	Test of dielectric properties	67
9.13.1	Insulation resistance of the main circuit	67
9.13.2	Dielectric strength of the main circuit	68
9.13.3	Capability of withstanding high d.c. voltages due to insulation measurements	68
9.14	EMC compliance and unwanted tripping	69
9.14.1	Electromagnetic compatibility (EMC)	69
9.14.2	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A (ring wave test)	69
9.15	Verification of the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions	69
9.15.1	List of the overcurrent tests	69
9.15.2	Short-circuit tests	70
9.15.3	Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1	76
9.16	Verification of clearances of the SRCD with the impulse withstand voltage test	77
9.17	Mechanical and electrical endurance	78
9.17.1	Normal operation of socket-outlets of the SRCD	78
9.17.2	Test of the RCD part of the SRCD	78
9.18	Resistance to mechanical shock	80
9.18.1	General	80
9.18.2	Impact test apparatus	80
9.18.3	Surface type SRCD	83
9.18.4	Screwed glands	84
9.18.5	Shuttered SRCDs	84
9.19	Reliability	84
9.19.1	Climatic test	85
9.19.2	Test with temperature of 40 °C	86
9.20	Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD	87
9.20.1	Protection against electric shock	87
9.20.2	Degree of protection IP of the SRCD	88
9.21	Resistance to heat	88
9.21.1	General	88
9.21.2	Conditioning	88
9.21.3	External parts of SRCDs	88
9.21.4	External Insulating parts	89
9.22	Resistance to abnormal heat and to fire – Glow-wire test	89
9.23	SRCDs with overcurrent protection	90

9.23.1	Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions	90
9.23.2	Short-circuit tests for SRCDs according to 4.9 c) 2)	91
9.23.3	Condition of the SRCD after tests	92
9.24	Verification of ageing of electronic components	92
9.25	Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltage conditions	93
9.26	Verification of the limiting value of FE/PE standing current	94
9.26.1	Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is connected	94
9.26.2	Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is not connected	94
Annex A (normative)	Test sequence and number of samples to be submitted for certification purposes	119
Annex B (normative)	Determination of clearances and creepage distances	124
Annex C (informative)	Approximate relationship between cross-sectional area in mm ² and AWG sizes	126
Annex D (normative)	Routine tests	127
Annex E (informative)	Methods of determination of short-circuit power-factor	128
Bibliography		130
Figure 1	– Standard test finger	95
Figure 2	– General test circuit	96
Figure 3	– Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage	97
Figure 4	– Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage	98
Figure 5	– Pillar terminals	99
Figure 6	– Screw terminals and stud terminals	100
Figure 7	– Saddle terminals	101
Figure 8	– Mantle terminals	101
Figure 9	– Arrangement for checking damage to conductors	102
Figure 10	– Information for deflection test	103
Figure 11	– Example of a test circuit with current and voltage derived from separate sources	104
Figure 12	– Test cycle for low temperature test	104
Figure 13	– Measurement of the standing FE/PE current	105
Figure 14	– Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents	106
Figure 15	– Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current	107
Figure 16	– Damped oscillator current wave 0,5 µs/100 kHz	108
Figure 17	– Example of test circuit for the verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs	108
Figure 18	– Test circuit for the verification of the rated making and breaking capacity and of the coordination	109
Figure 19	– Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the SRCD (9.15.2.1 a))	110

Figure 20 – Gauge for checking non-accessibility of live parts	111
Figure 21 – Impact-test apparatus	112
Figure 22 – Details of the striking element	113
Figure 23 – Mounting support for specimens.....	114
Figure 24 – Mounting block for flush-type SRCDs	114
Figure 25 – Reliability test cycle	115
Figure 26 – Ball-pressure test apparatus	116
Figure 27 – Sketches and table showing the application of the blows.....	117
Figure 28 – Diagrammatic representation of 9.22	118
Figure 29 – Test circuit for the verification of TOV withstand (9.25)	118
Figures B.1 to B.10 – Illustrations of the application of creepage distances	125
 Table 1 – Standard values of maximum break time of SRCDs for a.c. residual current.....	27
Table 2 – Standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current.....	28
Table 3 – Ranges of overcurrent instantaneous tripping.....	28
Table 4 – Position of marking.....	29
Table 5 – Values of influencing quantities	31
Table 6 – Minimum clearances and creepage distances.....	33
Table 7 – Tripping current limits.....	35
Table 8 – Temperature-rise values.....	37
Table 9 – Time-(over)load operating characteristics.....	38
Table 10 – Instantaneous operating characteristics.....	38
Table 11 – Withstand values and duration of temporary overvoltages	41
Table 12 – Test copper conductors corresponding to the rated currents.....	42
Table 13 – List of type tests	43
Table 14 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions	46
Table 15 – Screw thread diameters and applied torques	47
Table 16 – Relationship between rated current and connectable nominal cross-sectional areas of copper conductors.....	48
Table 17 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors	50
Table 18 – Values for pull test for screw-type terminals	50
Table 19 – Composition of conductors	51
Table 20 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals	52
Table 21 – Relationship between rated current and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals.....	54
Table 22 – Value for pull test for screwless-type terminals.....	56
Table 23 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors	56
Table 24 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use for screwless terminals.....	57
Table 25 – Nominal cross-sectional areas of rigid copper conductors for deflection test of screwless terminals	59
Table 26 – Deflection test forces.....	59
Table 27 – Tripping current ranges for SRCDs in case of pulsating d.c. current	63

Table 28 – Tests to be applied for EMC	69
Table 29 – Tests to verify the behaviour of SRCDs under overcurrent conditions	70
Table 30 – Power factor ranges of the test circuit	72
Table 31 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage between poles	77
Table 32 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage with the metal support	78
Table 33 – Cross-sectional area for test conductors.....	79
Table 34 – Height of fall for impact tests	82
Table 35 – Torque test values for glands	84
Table A.1 – Test sequences.....	120
Table A.2 – Number of samples for full test procedure	122
Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure	123

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RESIDUAL CURRENT DEVICES WITH OR WITHOUT OVERCURRENT
PROTECTION FOR SOCKET-OUTLETS FOR
HOUSEHOLD AND SIMILAR USES**

FOREWORD

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

DISCLAIMER

This Consolidated version is not an official IEC Standard and has been prepared for user convenience. Only the current versions of the standard and its amendment(s) are to be considered the official documents.

This Consolidated version of IEC 62640 bears the edition number 1.1. It consists of the first edition (2011-01) [documents 23E/706/FDIS and 23E/713/RVD] and its amendment 1 (2015-05) [documents 23E/866/CDV and 23E/901/RVC]. The technical content is identical to the base edition and its amendment.

This Final version does not show where the technical content is modified by amendment 1. A separate Redline version with all changes highlighted is available in this publication.

International Standard IEC 62640 has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper: in roman type.
- *Test specifications: in italic type.*
- Explanatory matter: in smaller roman type.

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

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

INTRODUCTION

IEC series 61008 and IEC 61009 are applicable to residual current devices having one to four poles used in any part of an electrical installation. These devices may be installed either at the origin of a whole installation or upstream of one or several circuits of a fixed installation or upstream of a circuit powering one or more socket-outlets, or be integrated in the same enclosure as a socket-outlet.

Such residual current devices are able to provide fault protection (protection against indirect contact), additional protection (protection against direct contact) if the rated residual current is equal to or less than 30 mA and protection against fire hazard due to a persistent earth leakage current without the operation of the overcurrent protection. Equipment meeting the requirements of the series IEC 61008 or IEC 61009 ensure isolation, withstand high levels of electromagnetic disturbances for household and similar applications and allow safe use of an electrical installation.

Although the series IEC 61008 and IEC 61009 may be applicable to “residual current devices integrated in socket-outlets” it is acknowledged that due to the specific use and location of a socket-outlet, at the boundary of the fixed installation and immediately upstream of electrical equipment powered through a plug inserted into the socket-outlet, these devices require different features.

The residual current device at socket-outlet level is normally intended to be installed by skilled or instructed persons. It can be operated several times per day. The isolation function is not necessary since pulling out the plug from the socket-outlet is recognized as providing effective isolation. The absence of permanently connected long conductors downstream of the RCD, together with a limited number of powered appliances, justifies reduced EMC levels. Residual current devices covered by this standard are intended for additional protection in case of direct contact only. These particular features having been considered, it was recognized that a dedicated standard for socket-outlet residual current devices (SRCDs) was necessary.

RESIDUAL CURRENT DEVICES WITH OR WITHOUT OVERCURRENT PROTECTION FOR SOCKET-OUTLETS FOR HOUSEHOLD AND SIMILAR USES

1 Scope

This International Standard applies to residual current-operated devices (RCD) incorporated in, or specifically intended for use with two pole socket-outlets, with or without earthing contact for household and similar uses (SRCD: socket-outlet residual current devices). SRCDs, according to this standard, are intended to be used in single phase systems such as phase to neutral or phase to phase or phase to earthed middle conductor.

SRCDs are only intended to provide additional protection downstream of the SRCD. SRCDs are intended for use in circuits where the fault protection (indirect contact protection) is already assured upstream of the SRCD.

NOTE 1 For example, fault protection (indirect contact protection) can be covered as follows:

- in TT systems, by upstream RCBOs or RCCBs according to IEC 61008-1 and IEC 61009-1;
- in a TN system, an overcurrent protective device can be used upstream.

NOTE 2 In the United States, there is no requirement for providing indirect contact protection upstream of an SRCD.

NOTE 3 In Switzerland these devices are not allowed for protective measures according to the national installation rules.

SRCDs are neither intended to provide an isolation function nor intended to be used in IT systems.

NOTE 4 For SRCDs intended to provide isolation or fault protection, or to be used in IT systems, IEC 61008-1 or IEC 61009-1 should be used, as applicable, in conjunction with IEC 60884-1.

NOTE 5 Requirements and testing for SRCDs intended to be used in IT systems are under consideration.

SRCDs are not used in distribution boards. They are not intended for the protection of a complete distribution circuit or a complete final circuit. These products are intended to be installed

- in boxes in compliance with IEC 60670-1,
- or in cable trunking systems in compliance with the IEC 61084 series,
- or in power track systems in compliance with the IEC 61534 series,
- or in boxes according to one of the above standards adjacent to socket-outlet boxes.

They are not intended to be used in enclosures or distribution boards in conformity with IEC 60670-24, IEC 61439-1 or IEC 60439-3.

RCDs for household and similar use not covered by the scope of this standard are covered by IEC 61008-1 or IEC 61009-1. SRCDs energized from batteries, or a circuit other than the one powering the loads, are not covered by this standard.

The residual current device incorporates the functions of detection of the residual current, of comparison of the value of this current with the residual operating value and of opening the protected circuit when the residual current exceeds this value.

The maximum rated residual operating current is 30 mA.

The maximum rated current is 16 A for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. or 20 A for devices with a rated voltage not exceeding 130 V a.c.

NOTE 6 In Australia and New Zealand, the maximum rated current for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. is 20 A.

NOTE 7 In Korea, the maximum rated current for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. is 32 A.

This International Standard applies to SRCDs incorporating overload or overcurrent protection.

This standard also applies to a connection unit incorporating a residual current device intended to protect only one piece of fixed electrical equipment immediately adjacent to the connection unit (e.g. hand dryer, water cooler, etc).

NOTE 8 SRCDs are designed to be operated by uninstructed persons and not to require maintenance.

The requirements of this standard apply for normal conditions of temperature and environment. Additional requirements may be necessary for devices used in locations having more severe environmental conditions.

The socket-outlet part of an SRCD is covered by IEC 60884-1 or the national requirements of the country where the SRCD is placed on the market.

2 Normative references

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

IEC 60065:2001, *Audio, video and similar electronic apparatus – Safety requirements*

Amendment 1 (2005)

Amendment 2 (2010)

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

IEC 60068-3-4:2001, *Environmental testing – Part 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*

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

IEC 60664-3:2003, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 3: Use of coating, potting or moulding for protection against pollution*

IEC 60670-1:2002, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 1: General requirements*

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

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

IEC 60884-1:2002, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

NOTE In the United Kingdom, IEC 60884-1 is not indispensable and is not applicable to SRCDs or plug and socket systems.

IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – 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 61032:1997, *Protection of persons and equipment by enclosures – Probes for verification*

IEC 61084-1:1991, *Cable trunking and ducting systems for electrical installations – Part 1: General requirements*

IEC 61534-1:2003, *Powertrack systems – Part 1: General requirements*

IEC 61543:1995, *Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – Electromagnetic compatibility*

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2005)

CISPR 14-1, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in various parts of IEC 60050, as well as the following, apply.

3.1 Definitions relating to currents flowing from live parts to earth

3.1.1

earth fault current

current flowing to earth due to an insulation fault

3.1.2

earth leakage current

current flowing from the live parts of the installation to earth in the absence of an insulation fault

3.1.3

pulsating direct current

current of pulsating wave form which assumes, in each period of the rated power frequency, the value 0 or a value not exceeding 0,006 A d.c. during one single interval of time, expressed in angular measure, of at least 150°

3.1.4

current delay angle

α

time, expressed in angular measure, by which the starting instant of the current conduction is delayed by phase control

3.1.5

smooth direct current

direct current which is ripple free

NOTE A current is considered to be ripple free when the coefficient of ripple is below 10 %.

3.2 Definitions relating to the energization of a residual current device

3.2.1

residual current

I_{Δ}

vector sum of the instantaneous values of the current flowing in the main circuit of the RCD expressed as r.m.s. value

3.2.2

residual operating current

$I_{\Delta n}$

value of residual current which causes the residual current device to operate under specified conditions

3.2.3

residual non-operating current

$I_{\Delta no}$

value of residual current at which and below which the residual current device does not operate under specified conditions

3.3 Definitions relating to the operation and functions of the residual current device

3.3.1

residual current device

RCD

mechanical switching device or association of devices designed to make, carry and break currents under normal service conditions and to cause the opening of the contacts when the residual current attains a given value under specified conditions

3.3.2

detection

function consisting in sensing the presence of a residual current

3.3.3

evaluation

function consisting in giving to the RCD the possibility to operate when the detected residual current exceeds a specified reference value

3.3.4

interruption

function consisting in automatically bringing the main contacts of the RCD from the closed position into the open position, thereby interrupting the current(s) flowing through them

3.3.5

switching device

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

[IEC 60050-442:1998, 442-01-46]

3.3.6

trip-free mechanism of a RCD

moving contacts of which return to and remain in the open position when the opening operation is initiated after the initiation of the closing operation, even if the closing command is maintained

NOTE To ensure proper breaking of the current which may have been established, it may be necessary that the contacts momentarily reach the closed position.

[IEC 60050-441:2000, 441-16-31, modified)

3.3.7

SRCD without integral overcurrent protection

SRCD not designed to perform the functions of protection against overloads and/or short-circuits

3.3.8

SRCD with integral overcurrent protection

SRCD designed to perform the functions of protection against overloads and/or short-circuits

3.3.9

residual current unit

device performing simultaneously the functions of detection of the residual current and of comparison of the value of this current with the residual operating value, and incorporating the means of operating the tripping mechanism of a circuit-breaker with which it is designed to be assembled

3.3.10

break time of a RCD

time which elapses between the instant the residual operating current is attained and the instant of arc extinction in all poles

3.3.11

limiting non-actuating time

maximum time during which the residual operating current can be applied to the RCD without causing it to operate

3.3.12

time-delay RCD

RCD specially designed to attain a predetermined value of limiting non-actuating time, corresponding to a given value of residual current

3.3.13

test device

device incorporated in the RCD simulating the residual current conditions for the operation of the SRCD under specified conditions

3.3.14

functional earth

FE

wire or terminal intended to be connected to the PE so as to ensure a supply to the SRCD when the SRCD is supplied from just one phase and thereby to enable the SRCD to operate under this condition

3.3.15

limiting impedance value

R_e

maximum impedance value from the FE to the supply source for which protection is ensured when the SRCD is supplied just from any one phase and FE

3.3.16

loss of supply

loss of one or more active conductors

3.3.17

fuse

switching device that, by the melting of one or more of its specially designed and proportioned components, opens the circuit in which it is inserted by breaking the current when it exceeds a given value for a sufficient time

NOTE The fuse comprises all the parts that form the complete device.

[IEC 60050-441:2000, 441-18-01, modified]

3.3.18

pole

that part of an SRCD associated exclusively with one electrically separated conducting path of its main circuit, provided with contacts intended to connect and disconnect the main circuit itself, and excluding those portions which provide a means for mounting and operating the poles together

3.4 Definitions relating to values and ranges of energizing quantities

3.4.1

limiting value of the non-operating over-current in the case of a single-phase load

maximum value of a single-phase overcurrent which, in the absence of a residual current, can flow through an SRCD (whatever the number of poles) without causing it to operate

NOTE 1 In the case of overcurrent in the main circuit, unwanted tripping may occur in the absence of residual current, due to asymmetry existing in the detecting device itself.

NOTE 2 In the case of SRCD with integral overcurrent protection, the limiting value of the non-operating current may be determined by the overcurrent protection means.

3.4.2

residual short-circuit withstand current

maximum value of the residual current for which the operation of the RCD part is assured under specified conditions and above which that device may undergo irreversible alterations

3.4.3

limiting thermal value of the short-time current

highest value of current (r.m.s.) which the device is capable of carrying for a specified short period and under specified conditions without undergoing, by heating effect, permanent deterioration of its characteristics

3.4.4

prospective current

current that would flow in the circuit if each main current path of the SRCD and of the overcurrent protective device, if any, were replaced by a conductor of negligible impedance

NOTE The prospective current may be qualified in the same manner as an actual current, for example: prospective breaking current, prospective peak current, prospective residual current, etc.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-47, modified]

3.4.5

making capacity

value of the a.c. component of a prospective current that an SRCD is capable of making at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-01-48, modified]

3.4.6

breaking capacity

value of the a.c. component of a prospective current that an SRCD is capable of breaking at a stated voltage under prescribed conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-01-49, modified]

3.4.7

residual making and breaking capacity

$I_{\Delta m}$

value of the a.c. component of a residual prospective current which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-27, modified]

3.4.8

conditional short-circuit current

I_{nc}

value of the a.c. component of a prospective current, which an SRCD without integral short-circuit protection, but protected by a suitable short-circuit protective device (hereafter referred to as SCPD) in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-28, modified]

3.4.9

conditional residual short-circuit current

$I_{\Delta c}$

value of the a.c. component of a residual prospective current which the RCD part without integral short-circuit protection, but protected by a suitable SCPD in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[IEC 60050-442:1998, 442-05-22, modified]

3.4.10

Joule integral

$I^2 t$

integral of the square of the current, over a given time interval (t_0 , t_1):

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

[IEC 60050-441:2000, 441-18-23, modified]

3.4.11

recovery voltage

voltage which appears across the supply terminals of the SRCD after the breaking of the current

NOTE This voltage may be considered as comprising two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which power-frequency voltage alone exists.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-05, modified]

3.4.12

transient recovery voltage

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

NOTE 1 The transient voltage may be oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and of the SRCD. It includes the voltage shift of the neutral of a polyphase circuit.

NOTE 2 The transient recovery voltage in three-phase circuits is, unless otherwise stated, that across the first pole to clear, because this voltage is generally higher than that which appears across each of the other two poles.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-26, modified]

3.4.13

power-frequency recovery voltage

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[IEC 60050-441:2000, 442-17-27]

3.4.14

overcurrent

current exceeding the rated current

3.4.15

overload current

overcurrent occurring in an electrically undamaged circuit

NOTE An overload current may cause damage if sustained for a sufficient time.

3.4.16

temporary overvoltage

overvoltage at power frequency of relatively long duration

3.4.17

short-circuit current

overcurrent resulting from a fault of negligible impedance between points intended to be at different potentials in normal service

NOTE A short-circuit current may result from a fault or from an incorrect connection.

3.5 Definitions relating to values and ranges of influencing quantities

3.5.1

influencing quantity

quantity likely to modify the specified operation of an SRCD

3.5.2

reference value of an influencing quantity

value of an influencing quantity to which the manufacturer's stated characteristics are referred

3.5.3

reference conditions of influencing quantities

collectively, reference values of all influencing quantities

3.5.4

range of an influencing quantity

range of values of an influencing quantity which permits the SRCD to operate under specified conditions, the other influencing conditions having their reference values

3.5.5

extreme range of an influencing quantity

range of values of an influencing quantity within which the SRCD suffers only spontaneously reversible changes, although not necessarily complying with all the requirements of this standard

3.5.6

ambient air temperature

temperature, determined under prescribed conditions, of the air surrounding the SRCD

NOTE For an enclosed SRCD, it is the air outside the enclosure.

[IEC 60050-441:2000, 441-11-13, modified]

3.6 Definitions relating to conditions of operation

3.6.1

operation

transfer of the moving contact(s) from the open position to the closed position or vice versa

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

3.6.2

closing operation

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

3.6.3

opening operation

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

[IEC 60050-441:2000, 441-16-09, modified]

3.6.4

operating cycle

succession of operations from one position to another and back to the first position

[IEC 60050-441:2000, 441-16-02, modified]

3.6.5

operation sequence

succession of specified operations with specified time intervals

[IEC 60050-441:2000, 441-16-03]

3.6.6

clearance

shortest distance in air between two conductive parts

NOTE For the purpose of determining a clearance to accessible parts, the accessible surface of an insulating enclosure is considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by hand or by the standard test finger according to IEC 60529.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-31, modified]

3.6.7

creepage distance

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

NOTE For the purpose of determining a creepage distance to accessible parts, the accessible surface of the insulating enclosure is considered conductive as if it was covered by a metal foil wherever it can be touched by a hand or a standard test finger according to IEC 60529.

[IEC 60050-471:2007, 471-01-04, modified]

3.7 Definitions relating to tests

3.7.1

type test

test of one or more devices made to a certain design to show that the design meets certain requirements

[IEC 60050-426:2008, 426-05-01, modified]

3.7.2

routine test

test to which each individual device is subjected during and/or after manufacture to ascertain whether it complies with certain criteria

[IEC 60050-411:1996, 411-53-02, modified]

3.8 Definitions relating to residual current devices in general

3.8.1

short-circuit protective device**SCPD**

device, specified by the manufacturer, to be installed in the circuit in series with the SRCD in order to protect it against short-circuit currents only

3.8.2

supply terminals

terminals upstream of the RCD part

3.8.3

load terminals

terminals downstream of the RCD part

3.8.4

feed through

means provided on the SRCD for the connection of one or more additional socket-outlets, protected by the RCD part

3.8.5

instructed person

person adequately advised or supervised by skilled persons to enable him or her to avoid dangers and prevent risks which electricity may create.

3.8.6

connection unit

device associated with the fixed wiring of an installation to which a single piece of equipment can be directly connected

4 Classification

The SRCDs are classified in the following ways:

NOTE 1 The correct use of SRCDs corresponding to the classifications of this clause is subject to installation rules (e.g. according to the IEC 60364 series).

NOTE 2 SRCDs may be fitted with an FE connection which enables the device to operate when supplied from one phase only.

NOTE 3 In the United States, detection of the earthing of the load neutral is required.

4.1 Classification according to behaviour resulting from failure of the line voltage

4.1.1 SRCD not opening automatically in case of failure of the line voltage

NOTE In Germany, the classification of 4.1.1 is different.

4.1.2 SRCD opening automatically in case of failure of the line voltage

- a) not re-closing automatically when the line voltage is restored;
- b) re-closing automatically when the line voltage is restored.

4.2 Classification according to the design

4.2.1 SRCD consisting of an RCD incorporated in (a) fixed socket-outlet(s)

- a) SRCDs without feed through;
- b) SRCDs with feed through.

4.2.2 SRCD consisting of an RCD intended to be associated with fixed socket-outlets within the same mounting box or within two adjacent compatible boxes

NOTE 1 Adjacent means two boxes which are next to or contiguous with each other.

- a) SRCDs with dedicated means for the connection of the socket-outlet (e.g. flying leads);

NOTE 2 In Denmark and in the United Kingdom, SRCDs with flying leads are not accepted in fixed installations.

- b) SRCDs with load terminals.

4.2.3 SRCD consisting of an RCD incorporated in a connection unit intended to protect only one piece of fixed electrical equipment (e.g. hand dryer, water cooler, etc.) immediately adjacent to the SRCD

4.3 Classification according to behaviour in presence of d.c. components

- a) SRCDs of type AC;
- b) SRCDs of type A.

4.4 Classification according to the provision for earthing

- a) SRCD with provision for earthing (PE terminal)
- b) SRCD without provision for earthing

An SRCD without provision for earthing cannot provide any FE terminal.

NOTE In the United Kingdom and in Germany, SRCDs without provision for earthing are forbidden.

4.5 Classification according to the design of the cover plate

- a) Design A – SRCDs where the cover or cover-plate can be removed without displacement of the conductors;
- b) Design B – fixed SRCDs where the cover or cover-plate cannot be removed without displacement of the conductors.

NOTE If a fixed SRCD has a base (main part) which cannot be separated from the cover or cover-plate, and requires a supplementary plate to meet this standard which can be removed for redecorating the wall without displacement of the conductors, it is considered to be of design A, provided the supplementary plate meets the requirements specified for covers and cover-plates.

4.6 Classification according to the method of mounting

- a) surface type SRCD;
- b) flush-type SRCD;
- c) semi-flush type SRCD;
- d) panel-type SRCD (switch-board and distribution board excluded);

- e) floor recessed-type SRCD.

4.7 Classification according to the environmental conditions

4.7.1 Classification according to the degree of protection against ingress of solid foreign objects

- a) IP2X: SRCD protected against access to hazardous parts with a finger and against harmful effects due to ingress of solid foreign objects of 12,5 mm diameter and greater;
- b) IP4X: SRCD protected against access to hazardous parts with a wire and against harmful effects due to ingress of solid foreign objects of 1,0 mm diameter and greater;
- c) IP5X: SRCD protected against access to hazardous parts with a wire and dust protected.

4.7.2 Classification according to the degree of protection against harmful ingress of water

- a) ordinary SRCDs, i.e. with degree of protection IPX0 or IPX1, when mounted on a vertical surface for normal use;

NOTE For the purpose of this standard, the term "ordinary" applies only to the degree of protection against harmful ingress of water.

- b) IPX4: SRCDs protected against splashing water;
- c) IPX5: SRCDs protected against water jets.

4.7.3 Classification according to the range of ambient air temperature

- a) SRCDs intended for use between -5°C and $+40^{\circ}\text{C}$;
- b) SRCDs intended for use between -25°C and $+40^{\circ}\text{C}$.

4.8 Classification according to the type of terminals

- a) SRCDs with screw type terminals;
- b) SRCDs with screwless terminals for rigid conductors only;
- c) SRCDs with screwless terminals for rigid and flexible conductors.

4.9 Classification according to overcurrent protection

- a) SRCD without integral overcurrent protection;
- b) SRCD with overcurrent protection independent of the RCD opening means (e.g. a fused device or a fused plug and socket system);
- c) SRCD with overcurrent protection integral with the RCD opening means:
 - 1) two-pole SRCD with one or two overload protected pole(s);
 - 2) two-pole SRCD with one or two overcurrent protected pole(s):
 - B-type SRCD;
 - C-type SRCD.

5 Characteristics of SRCDs

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of an SRCD shall be stated in the following terms, as applicable:

- a) type of design and method of mounting (4.5 and 4.6);
- b) rated current I_n (5.2.1);
- c) operating characteristics in case of residual currents with d.c. components (5.2.7);
- d) rated residual operating current $I_{\Delta n}$ (5.2.2);
- e) rated residual non-operating current $I_{\Delta no}$ if different from the preferred value (5.2.3);

- f) rated voltage U_n (5.2.4);
- g) rated frequency (5.2.5);
- h) rated making and breaking capacity I_m (5.3.1.4);
- i) rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$ (5.2.6);
- j) overcurrent protection:
 - 1) Classified according 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1):
 - i) rated conditional short-circuit current I_{nc} (5.3.1.2);
 - ii) rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ (5.3.1.3);
 - iii) overload characteristic 4.9 c) 1).
 - 2) Classified according to 4.9 c) 2):
 - i) rated short-circuit capacity I_{cn} (5.3.2);
 - ii) instantaneous tripping type B or C.

5.2 Characteristics common to all socket-outlet residual current devices

5.2.1 Rated current (I_n)

The value of current assigned to the SRCD by the manufacturer, which the device can carry in uninterrupted duty.

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

The value of residual operating current (3.2.2), assigned to the SRCD by the manufacturer, at which the device shall operate under specified conditions.

NOTE $I_{\Delta n}$ is expressed by the r.m.s. value of the alternating current at rated frequency.

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

Maximum value of residual non-operating current (3.2.3), assigned to the SRCD by the manufacturer, at which the device does not operate under specified conditions.

5.2.4 Rated voltage (U_n)

The r.m.s. value of voltage, assigned to the SRCD by the manufacturer, to which the performance of the device is referred (particularly the short-circuit performance).

5.2.5 Rated frequency

Value of frequency assigned to the SRCD by the manufacturer at which the device operates correctly under specified conditions.

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

The r.m.s. value of residual prospective current (3.4.7 and 3.4.9) which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.2.7 Operating characteristics in case of residual current

5.2.7.1 SRCD type AC

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

5.2.7.2 SRCD type A

SRCD for which tripping is ensured for

- residual sinusoidal alternating currents,
- residual pulsating direct currents,
- 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.

5.3 Characteristics specific to SRCDs with overcurrent protection (see 4.9)

5.3.1 SRCDs classified according to 4.9 a), 4.9 b) and 4.9 c) 1)

5.3.1.1 Coordination with short-circuit protective devices

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

The manufacturer of the SRCD shall specify the following characteristics of the short-circuit protective device:

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

Any short-circuit protective device, complying with the relevant IEC standard and having the above characteristic values lower than those specified by the manufacturer of the SRCD, may be used for protection of the device, provided the short-circuit protective device does not interfere with normal service.

NOTE In the United Kingdom, the short-circuit protective device must comply with BS 1362

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

The r.m.s. value of the prospective current assigned by the manufacturer, which an SRCD, protected by a short-circuit protective device, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

NOTE For the rated conditional short-circuit current assigned to an SRCD coordinated with a given short-circuit protective device, it is intended that such an association is able to withstand any short-circuit current up to the assigned value.

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

Value of residual prospective current assigned by the manufacturer, which an SRCD, protected by a short-circuit protective device, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

NOTE For the rated conditional residual short-circuit current assigned to an SRCD in coordination with a given short-circuit protective device, it is assumed that such an association is able to withstand any residual short-circuit current up to the assigned value.

5.3.1.4 Rated making and breaking capacity (I_m)

The r.m.s. value of prospective current (3.4.4) which an SRCD can make, carry for its opening time and break under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

5.3.2 Rated short-circuit capacity (I_{cn}) for SRCD classified according to 4.9 c) 2)

The rated short-circuit capacity of an SRCD is the value of the ultimate short-circuit breaking capacity assigned to the SRCD by the manufacturer.

5.4 Preferred or standard values**5.4.1 Preferred values of rated voltage (U_n)**

The preferred values of rated voltage according to IEC 60038 are as follows:

110 V – 120 V – 230 V.

5.4.2 Standard values of rated current (I_n)

The standard values of rated current for rated voltages up to 130 V are as follows:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A.

The standard values of rated current for rated voltages up to 250 V are:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A.

NOTE 1 In Korea, 32 A is also considered as a standard value.

NOTE 2 In Australia, New Zealand and the United States, 15 A is also considered as a standard value.

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

The standard values of rated residual operating current are as follows:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A.

NOTE In Korea and Japan, 0,015 A is also considered as a standard value.

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

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

NOTE The value of $0,5 I_{\Delta n}$ refers to alternating residual currents of power frequency only.

5.4.5 Standard values of rated frequency

The standard values of rated frequency are as follows:

50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz.

5.4.6 Standard values of the rated making and breaking capacity (I_m)

The standard value of the rated making and breaking capacity is as follows:

250 A.

The power factor associated with this value is given in Table 30.

The value of I_m shall be equal to or greater than the value of $I_{\Delta m}$.

5.4.7 Standard values of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

The standard value of the rated residual making and breaking capacity is as follows:

250 A.

The power factor associated with this value is given in Table 30.

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

The standard values of the rated conditional short-circuit current I_{nc} are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

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

The standard values of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

5.4.10 Standard values of the rated short-circuit capacity (I_{cn})

The standard values of the rated short-circuit capacity I_{cn} are as follows:

1 500 A – 3 000 A.

The power factors associated with these values are given in Table 30.

NOTE In Korea, 2 500 A is considered as a standard value.

5.4.11 Standard values of break time**5.4.11.1 Standard values of maximum break time for a.c. residual current**

Table 1 – Standard values of maximum break time of SRCDs for a.c. residual current

$I_{\Delta n}$ A	Standard values of maximum break time at			
	s			
	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}^a$	250 A
Any value	0,3	0,15	0,04	0,04
^a 0,25 A may be used as an alternative to $5 I_{\Delta n}$. (The revision of this value is under consideration.)				

NOTE In the United States, where the tripping times are specifically related to current, the following formulas apply $T = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43}$ for high-resistance faults and $T = 1,25 \left(\frac{10}{V}\right)^{1,43}$ for low resistance faults.

5.4.11.2 Standard values of maximum break time for pulsating d.c.

Table 2 – Standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current

$I_{\Delta n}$ A	Standard values of maximum break time at						
	s						
	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}^a$	$10 I_{\Delta n}^b$	175 A
$\leq 0,010$		0,3		0,15		0,04	0,04
$> 0,010$	0,3		0,15		0,04		0,04
NOTE Alternative standard values of maximum break time of SRCDs for pulsating d.c. residual current, for use in bi-phase systems with 120 V middle point, are under consideration.							
^a For SRCD with $I_{\Delta n} = 0,030$ A, the value 0,35 A may be used instead of $7 I_{\Delta n}$.							
^b For SRCD with $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A, the value 0,5 A may be used instead of $10 I_{\Delta n}$.							

5.5 Standard ranges of overcurrent instantaneous tripping for SRCDs to 4.9 c) 2)

The standard ranges of overcurrent instantaneous tripping are given in Table 3.

Table 3 – Ranges of overcurrent instantaneous tripping

Type	Range
B	Above $3 I_n$ up to and including $5 I_n$
C	Above $5 I_n$ up to and including $10 I_n$

6 Marking and other product information

6.1 General

The following information, as shown in Table 4, shall be provided.

Table 4 – Position of marking

	Marking or information item	Position of the marking or information		
		Visible on product when installed	On the product	In a leaflet
A	Manufacturer's name or trade mark		X	
B	Type designation or serial number		X	
C	Rated voltage(s)		X	
D	Rated frequency(s) (if different from 50 Hz or 60 Hz)		X	
E1	Rated current for SRCDs according to 4.9 a) and b)		X ^a	
E2	Rated current for SRCDs according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)	X ^b		
F1	Symbol  for type A		X	
F2	Symbol  for type AC		X	
G	Rated residual operating current (in A or mA)	X		
H	Rated residual non-operating current if different from the preferred value			X
I	Rated short-circuit breaking and making capacity (as applicable)			X
J	Rated conditional short-circuit current, if applicable, and in this case, characteristics for the associated short-circuit protective device, according to 5.3.1			X
K	Degree of protection (if different from IP20)	X		
L	Position for use, if applicable			X
M	Range of operating temperature, if classified according to 4.7.3 b) 		X	
N	Identification of the test device by the letter "T" or the word "Test"	X		
O	Means shall be provided to distinguish between the open and closed states of the device. For SRCDs other than those operated by means of push-buttons, the open position shall be indicated by the symbol "O" and the closed position by the symbol "I" (a short straight line). Additional national symbols are allowed for this indication. Provisionally, the use of national symbols as the only indication of the positions is allowed. These indications shall be readily visible when the SRCD is in normal use. For SRCDs operated by means of two push-buttons, the push-button intended for the opening operation only shall be RED and/or be marked with the symbol "O". In this case, the separate test button shall not be red but shall be marked with the letter "T" or the word "Test". If the test button is the only means for the opening operation, it remains marked "T" or "Test", in which case the colour red may be used. RED shall not be used for any other push-button of the SRCD. If a push-button is used for closing the contact and is clearly identified as such, its depressed position is sufficient to indicate the closed position	X		
P	The FE-wire or terminal shall be identified by the marking "FE"		X	X
Q	For devices with load terminals, the supply and the load terminals shall be clearly marked (e.g. by "supply" and "load" placed near the corresponding terminals or by arrows indicating the direction of power flow). For devices with feed-through means, the supply and feed-through means shall be clearly marked (e.g. "supply" and "feed through")		X	
R	Terminals specifically intended for the connection of the neutral shall be indicated by the symbol N		X	
S	Information on the integral overcurrent protective device, if applicable			X
T	Information on coordination with upstream protective device, if applicable			X
U	All relevant information for the correct assembly, if any, installation and use of the product shall be provided			X
V	Rated short-circuit capacity in amperes (I_{cn}) (as applicable)		X	
NOTE 1 In the United States, the information given in items G and K do not need to be visible.				
NOTE 2 In United Kingdom, the information given in item B is not used.				
^a Shall not be visible on the product when installed as in normal use.				
^b For SRCDs according to 4.9 c) 1) the rated current of the overload protection is indicated with the symbol "A", for example 6A, and for SRCDs according to 4.9 c) 2) the rated current is indicated without the symbol "A" and preceded by the symbol of the overcurrent instantaneous tripping (B or C), for example B16.				

6.2 Additional marking for screwless terminals

SRCDs with screwless terminals shall be marked with the following:

- an appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless terminal;
- an indication of the suitability to accept rigid conductors only, for those SRCDs having this restriction.

The additional markings shall be put on the SRCD or on the packaging or given in an instruction sheet which accompanies the SRCD.

6.3 Additional marking for SRCDs with an FE connection

The following additional information for all SRCDs with an FE connection is required in the manufacturer's instructions:

"This device will provide protection in installations where the earth loop impedance does not exceed the R_e value."

The FE wire or terminal shall be identified by the marking "FE".

The following colours are not permitted for the FE wire: green, yellow, blue and green-and-yellow.

The manufacturer's instruction shall state that the FE should be connected directly to the PE, and looping in is not allowed.

Compliance is verified by inspection.

7 Standard conditions for operation in service and for installation

The preferred ranges of application and the reference values of influencing quantities/factors and their associated test tolerances, are given in Table 5.

Table 5 – Values of influencing quantities

Influencing quantity	Preferred ranges of application	Reference value	Test tolerance
Ambient air temperature	–5 °C to +40 °C –25 °C to +40 °C (see ^a , ^b et ^e)	–	As permitted by the test
Altitude	Not exceeding 2 000 m	–	–
Relative humidity: maximum value at 40 °C	50 % ^c)	–	–
External magnetic field	Not exceeding five times the earth's magnetic field in any direction	Earth's magnetic field	^d
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 frequency as stated by the manufacturer	±2 %
Sinusoidal wave distortion	Not exceeding 5 %	Zero	5 %
Pollution degree	2	-	-
^a The maximum value of the mean daily temperature is +35 °C or in accordance to the national standards for the socket-outlet part where the product is placed on the market. ^b Values outside the ranges may be required where more severe climatic conditions prevail. ^c Higher relative humidities are admitted at lower temperature (e.g. 90 % at 20 °C). ^d The device shall be fixed without causing deformation liable to impair its functions. ^e For SRCDs with an operating range –5 °C to +40 °C, the extreme limits of –20 °C and +60 °C are admissible during storage and transportation, for SRCDs with an operating range –25 °C to +40 °C, the extreme limits are –35 °C and +60 °C. These limits shall be taken into account in the design of the SRCDs.			

8 Requirements for construction and operation

8.1 General

SRCDs intended for compliance with this standard shall be in accordance with the scope and the relevant classifications.

Compliance is checked by visual inspection and tests as relevant.

8.2 Information and marking

Marking on the SRCD shall be indelible and easily legible.

Labels intended to provide permanent information shall not be easily removed from the device.

Compliance is checked by visual inspection and by the test of 9.2.

8.3 Mechanical and electrical design

8.3.1 Mechanism

The RCD part of the SRCD shall have 2 poles.

The moving contacts of all poles of RCDs shall be mechanically coupled in such a way that all poles make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

Means shall be provided to distinguish between the open and closed states of the contacts.

The mechanism shall be trip-free and constructed so that the moving contacts can come to rest only in the closed position or in the open position, even when the operating means is manually released in an intermediate position.

When 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.

If symbols are used, they shall be “ I ” and “ O ” to indicate the closed and open positions, respectively.

If colours are used, red shall indicate the closed position and green the open position.

Alternative national symbols may be used with or without the above symbols.

The earthing circuit PE within the SRCD, if any, shall be continuous and shall not be affected by the operation of the SRCD.

Compliance is checked by visual inspection and the tests of 9.3.

8.3.2 Clearance and creepage distances

The minimum required clearances and creepage distances are given in Table 6 which is based on the SRCD being designed for operating in an environment with pollution degree 2.

However, the clearances 1, 2, 3 and 4 may be reduced provided that the tests 9.13.2 are complied with.

NOTE The insulating materials are classified into material groups on the basis of their comparative tracking index (CTI) according to 2.7.1.1 and 2.7.1.3 of IEC 60664-1:2007 and measured according to IEC 60112.

Parts of printed boards with type 2 coating according to IEC 60664-3 are exempt from this verification.

Electronic circuits showing clearances or creepage distances, between active conductors (phase and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit, shorter than what is required in Table 6 when the contacts are in the closed position, have to comply with test of 9.4

Compliance is checked by inspection and/or measurement and by the tests of 9.4 and 9.5 for electronic circuits, as applicable.

Table 6 – Minimum clearances and creepage distances

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{),)} mm											
				Group IIIa ^h (1 75 V ≤ C _T I < 400 V)				Group II (400 V ≤ C _T I < 600 V)				Group I (600 V ≤ CTI) ^d			
	Rated voltage V			Working voltage V ^{e)}											
Description :	120/240 120	120/240 240	230/400 230	>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250	
1 Between live parts which are separated when the main contacts are in the open position	2,0 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a												
2 Between internal live parts of different polarity				1,2	1,5	3,0		0,9	1,5	3,0		0,6	1,5	3,0	
3 Between internal live parts and FE-terminal or FE-wire ^{j)}															
				Supply system rated 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 SRCD – surface on which the SRCD is mounted ^b – crews or other means for fixing the SRCD ^b – metal covers or boxes ^{b)} – other accessible metal parts ^c – metal frames supporting flush-type SRCD	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0	1,5	3,0
5 Between metal parts of the mechanism and: – accessible metal parts ^c – screws or other means for fixing the SRCD – metal frames supporting flush-type SRCD															

^a This value may be reduced to 1,2 mm minimum provided the tests of 9.13.2 are complied with.

^b The values are doubled if clearances and creepage distances between live parts of the device and the metallic screen or the surface on which the SRCD is mounted are not dependent on the design of the SRCD only, so that they can be reduced when the SRCD is mounted in the most unfavourable condition.

^c Including a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible after installation as for normal use. The foil is pushed into corners, grooves, etc., by means of a straight un-jointed test finger.

^d See IEC 60112.

^e Interpolation is allowed in determining creepage distances corresponding to voltage values intermediate to those listed as working voltage. For determination of creepage distances, see Annex B.

^f Creepage distances cannot be less than the associated clearances.

^h For material group IIIb (CTI < 175 V) 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 For the purposes of this requirement, the following applies:

- the FE is treated as a PE,
- the free end of a FE wire is not considered.

8.3.3 Standing current in the FE

When neutral is connected, the value of the standing current in FE shall not exceed 0,5 mA.

When the neutral is not connected, the value of the standing current in the FE shall not exceed 2 mA.

Compliance is checked by the tests of 9.26.

8.3.4 Screws, current-carrying parts and connections

Electrical connections shall not be subject to undue ageing.

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

Screws operated when connecting the SRCD shall not be of the thread-cutting type.

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

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

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

NOTE 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 means of the part to be fixed using a recess in the female thread, or by the use of a screw with the leading thread removed.

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

8.3.4.3 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 not 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.

8.3.4.4 Current-carrying parts including those of terminals (also earthing terminals) shall be of a metal having, under the conditions occurring in the equipment, mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

NOTE Examples of suitable metals, when used within the permissible temperature range and under normal conditions of chemical pollution, are as follows:

- copper;
- an alloy containing at least 58 % copper for parts from rolled sheet (in cold condition) or at least 50 % copper for other parts;
- stainless steel containing at least 13 % chromium and not more than 0,09 % carbon;
- other metal or suitably coated metal, not less suitable for their intended use.

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

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by chemical analysis.

8.3.5 Terminals

8.3.5.1 Terminals for external conductors

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.

Compliance is checked by the test of 9.7.

8.3.5.2 Feed through terminals

Access to the feed through terminals shall only be available by the removal of a barrier.

Compliance is checked by inspection.

8.4 Operating characteristics

The operating characteristic of SRCDs shall take into account the classifications and the requirements of the following subclauses, as applicable.

Compliance of the following subclauses is checked by the tests of 9.8.

8.4.1 Operation in response to the type of residual current

8.4.1.1 Alternating residual current

All SRCDs shall operate in response to a steady increase of alternating residual current of rated frequency within the limits of the non-operating current $I_{\Delta n0}$ and the rated residual operating current $I_{\Delta n}$ in accordance with Table 7.

8.4.1.2 Pulsating d.c. residual current for type A

Type A SRCDs 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 7.

Table 7 – Tripping current limits

Type	Current shape	Tripping current		
		Non-operating current (lower limit)	Operating current (upper limit)	
			$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
AC and A	Sinusoidal alternative current	$0,5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	
A	Pulsating direct current			
	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°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

The tripping limits apply independently of the polarity of the pulsating direct residual current.

8.4.1.3 Pulsating d.c. residual current in the presence of a standing smooth direct current of 0,006 A

Type A SRCDs 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 7, also in the case of simultaneous presence of a smooth direct current of 0,006 A through any path of the SRCD.

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

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

The operation of SRCDs to a suddenly applied residual current shall be in accordance with Tables 1 and 2, as applicable.

8.5 Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring

An SRCD classified according to 4.2.1 b) shall not permit the connection of the supply to the socket-outlet portion and/or the line terminals when a supply circuit is connected directly to the feed through terminals of the SRCD.

Compliance is checked by the tests of 9.9.

NOTE In Australia and New Zealand, 8.5 is not applicable.

8.6 Test device

The SRCD shall be provided with a test device, to simulate the passing through the detecting device of a residual current not exceeding $2,5 I_{\Delta n}$ at rated voltage, in order to allow a periodic testing of the ability of the SRCD to operate.

Compliance is checked by the tests of 9.10.

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

Compliance is checked by inspection.

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

Compliance is checked by inspection.

8.7 Temperature rise

The temperature rises of the parts of an SRCD specified in Table 8, measured under the conditions specified in 9.11, shall not exceed the limiting values stated in that table.

The SRCD shall not suffer damage impairing its functions and its safe use.

Table 8 – Temperature-rise values

Parts ^{a, b}	Temperature rise K
SRCD terminals for external connections	60
External parts liable to be touched in normal service	40
Other external parts, including that face of the SRCD in direct contact with the mounting surface	60
^a No value is specified for the contacts, since the design of most SRCDS 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 9.11 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.	

Compliance is checked by the tests of 9.11.

8.8 Resistance to humidity

SRCDs shall have adequate mechanical properties to withstand humid conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.12.

8.9 Dielectric properties

SRCDs shall have adequate dielectric properties.

Compliance is checked by the tests of 9.13.

8.10 EMC compliance and unwanted tripping

8.10.1 EMC

SRCDs shall comply with relevant EMC requirements.

Compliance is checked by the tests of 9.14.1.

8.10.2 Resistance against unwanted tripping due to current surges caused by impulse voltages for SRCDS of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A

SRCDs shall adequately withstand the current surges to earth due to the loading of capacitances in the load.

NOTE Such current surges may be attributable to load capacitance, surge protective devices (SPD) or flashover.

Compliance is checked by the tests of 9.14.2.

8.11 Behaviour of SRCDS in case of overcurrent conditions

8.11.1 For all SRCDS

SRCDs shall have adequate capability in cases of overload or short-circuit conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.15 as applicable.

8.11.2 Behaviour of SRCDs classified according to 4.9 c) in case of overcurrent conditions

The operating characteristic of SRCDs, under overload and overcurrent conditions, shall comply with the requirements of 8.11.3 and 8.11.3.1.

8.11.3 Standard time-(over)current zone for SRCD according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2)

The tripping characteristic of SRCDs to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2) shall ensure adequate protection against overload and overcurrent, without premature operation.

The zone of the time-current characteristic (tripping characteristic) of an SRCD is defined by the conditions and the values stated in Tables 9 and 10.

Table 9 applies to all SRCDs according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2).

Table 10 applies in addition to Table 9 only for SRCDs according to 4.9 c) 2).

Table 9 refers to an SRCD mounted in accordance with the reference conditions (see 9.1) operating at the reference calibration temperature of 30 °C, with a tolerance of $^{+5}_0$ °C (see note of Table 9).

Compliance is checked by the tests specified in 9.23.1.

Checking is made at any convenient temperature, the results being referred to 30 °C through the information given by the manufacturer.

In any case the variation of the test current of Table 9 shall not exceed 1,2 % per K of calibration temperature variation.

Table 9 – Time-(over)load operating characteristics

Test	Type	Test current	Initial condition	Limits of tripping or non-tripping time	Results to be obtained	Remarks
a	All	1,13 I_n	Cold ^a	$t \leq 1$ h	No tripping	
b	All	1,45 I_n	Immediately following test ^a	$t < 1$ h	Tripping	Current steadily increased within 5 s
c	All	2,55 I_n	Cold ^a	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$	Tripping	

^a The term "cold" means without previous loading, at the reference calibration temperature.

Table 10 – Instantaneous operating characteristics

Test	Type	Test current	Initial condition	Limits of tripping or non-tripping time	Results to be obtained	Remarks
d	B, C	3 I_n 5 I_n	Cold ^a	$t \leq 0,1 \text{ s}$	No tripping	Current established by closing a switch
e	B, C	5 I_n 10 I_n	Cold ^a	$t < 0,1 \text{ s}$	Tripping	Current established by closing a switch

^a The term "cold" means without previous loading, at any convenient air temperature.

8.11.3.1 Conventional quantities

a) Conventional time:

The conventional time is 1 h.

b) Conventional non-tripping overcurrent (I_{nt}):

The conventional non-tripping overcurrent of an SRCD is 1,13 times its rated current.

c) Conventional tripping overcurrent (I_t):

The conventional tripping overcurrent of an SRCD is 1,45 times its rated current.

8.11.3.2 Tripping characteristic

The overload and instantaneous tripping characteristics of SRCDs shall be contained within the zone defined in 8.11.3.

8.11.3.3 Effect of the ambient air temperature on the overcurrent tripping characteristic

Ambient temperatures other than the reference temperature, within the limits of -5 °C and $+40\text{ °C}$, shall not unacceptably affect the overcurrent tripping characteristic of SRCDs.

Compliance is checked by the tests of 9.23.1.3.

8.12 Resistance of the insulation against impulse voltages

The insulation of an SRCD shall have adequate resistance to impulse voltages.

Compliance is checked by the tests of 9.16.

8.13 Mechanical and electrical endurance

SRCDs shall be capable of carrying out a specified number of closing and opening operations and making and breaking operations.

Compliance is checked by the tests of 9.17.

8.14 Resistance to mechanical shock

SRCDs shall be able to withstand the normal stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the tests of 9.18.

8.15 Reliability

SRCDs shall provide protection throughout their intended service life, taking into account the ageing in likely working conditions.

Compliance is checked by the tests of 9.19 and 9.24.

8.16 Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD

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

8.16.1 Inaccessibility of live parts

SRCDs shall be designed and constructed in such a way that when they are mounted and wired according to the manufacturer's instructions, live parts are not accessible, even after removal of parts which can be removed without the use of a tool.

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

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.20.1.

8.16.2 Accessible knobs, operating means etc.

Accessible parts, knobs, operating means, push-buttons, rockers and the like, shall be of insulating material, unless their accessible metal parts are separated from the metal parts of the mechanism by double insulation or reinforced insulation, or as an alternative, they are reliably connected to earth.

Compliance is checked by inspection.

8.16.3 Accessible parts of SRCDs

Accessible parts shall be made of insulating material with the exception of the following:

- a) small screws and the like which are isolated from live parts and which are used for fixing bases and covers or cover plates;
- b) actuating members complying with 8.16.2;
- c) the covers or cover plates of metal which comply with the requirements of 8.16.3.1 or 8.16.3.2;
- d) socket tubes intended to be connected to the PE and parts of the earthing circuit.

8.16.3.1 Covers or cover plates of metal not intended to be earthed shall be protected by additional insulation made by insulating linings or insulating barriers

The insulating linings or insulating barriers shall:

- a) either be fixed to covers or cover plates or the body of the switches in such a way that they cannot be removed without being permanently damaged;
- b) or are so designed that
 - i) they cannot be replaced in an incorrect position;
 - ii) if they are omitted, the accessories are rendered inoperable or manifestly incomplete;
 - iii) there is no risk of accidental contact between live parts and metal covers or cover plates, for example through their fixing screws, even if a conductor should come away from its terminal;
 - iv) precautions are taken in order to prevent creepage distances or clearances to become less than the values specified in Clause 23 of IEC 60884-1:2002.

Compliance is checked by inspection.

The above linings or barrier shall comply with the tests of Clauses 16 and 23 of IEC 60884-1:2002.

8.16.3.2 The earthing of metal covers or cover plates

The earthing of metal covers or cover plates is made while fixing the covers or cover plates and may be made without requiring the use of means other than the fixing means; the resulting connection shall be of low resistance.

NOTE Fixing screws or other means are allowed.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.20.1.

8.16.4 Degree of protection IP of the SRCD

The minimum degree of protection of the SRCD shall be IP20.

Compliance of the SRCD with degree of protection greater than IP 20 is checked by the tests of 9.20.2.

8.17 Resistance to heat

SRCDs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the tests of 9.21.

8.18 Resistance to abnormal heat and to fire

External parts of SRCDs 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 checked by the other tests of this standard.

Compliance is checked by the tests of 9.22.

8.19 Behaviour of SRCDs within ambient temperature range

SRCDs shall operate correctly between –5 °C and +40 °C.

SRCDs according to 4.7.3 b) shall operate correctly between –25 °C and +40 °C.

Compliance is checked by the tests of 9.8.5.

8.20 Resistance to temporary overvoltages

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

Values of alternating withstanding overvoltage levels and duration are given in Table 11.

Table 11 – Withstand values and duration of temporary overvoltages

Temporary overvoltages		
Occurrence	Voltage level	Duration
Between earth and all poles, including neutral, if any ^a	$1\,200\text{ V} + U_n$	5 s
Between earth and all poles, including neutral, if any ^a	$250\text{ V} + U_n$	1 h
Between the two poles	$\sqrt{3} \times U_n$	1 h
^a Only for SRCD with PE or FE terminal.		

Compliance of the above requirement is checked by the test of 9.25.

9 Tests

9.1 General

9.1.1 Test conditions

The SRCD is mounted individually according to manufacturer's instructions as for normal use (including the FE, if applicable, connected to PE via R_e), in free air, at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C, unless otherwise specified, and is protected against undue external heating or cooling.

Unless otherwise specified, tests are carried at the rated frequency $\pm 5\%$.

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

SRCDs classified according to 4.2.2 shall be tested without associated fixed socket-outlet(s).

The socket-outlet part of the SRCDs classified according to 4.2.1 shall be tested, according to IEC 60884-1, but at the rated voltage of the RCD part.

In countries where IEC 60884-1 is not applicable, national requirements for socket-outlets apply.

Unless otherwise specified, the tests are carried out at 1,1 U_n as applicable.

Table 12 – Test copper conductors corresponding to the rated currents

Rated current I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6

NOTE 1 For AWG copper conductors, see Annex C.

NOTE 2 Values above 30 A are used in some country, e.g. Korea.

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

For the tests of 9.4, 9.8, 9.11, 9.17 and 9.24, the SRCD is connected as follows:

- the connections are made by means of single-core, PVC-insulated copper cables in accordance with Table 12;
- the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal is 1 m.

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 20.

9.1.2 Characteristics of SRCDs

Characteristics of SRCDs are checked by means of type tests.

The type tests required by this standard are listed in Table 13.

Table 13 – List of type tests

Reference subclause	Requirement	Test subclause
8.1	General	
8.2	Information and marking	9.2
8.3	Mechanical and electrical design	9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.26
8.4	Operating characteristics	9.8
8.5	Behaviour of SRCDs with feed through terminals in case of miswiring	9.9
8.6	Test device	9.10
8.7	Temperature rise	9.11
8.8	Resistance to humidity	9.12
8.9	Dielectric properties	9.13
8.10	EMC compliance and unwanted tripping	9.14
8.11	Behaviour of SRCDs in case of overcurrent conditions	9.15, 9.23
8.12	Resistance of the insulation against impulse voltages	9.16
8.13	Mechanical and electrical endurance	9.17
8.14	Resistance to mechanical shock	9.18
8.15	Reliability	9.19, 9.24
8.16	Protection against electric shock	9.20
8.17	Resistance to heat	9.21
8.18	Resistance to abnormal heat and to fire	9.22
8.19	Behaviour of SRCD within ambient temperature range	9.8.5
8.20	Resistance to temporary overvoltage (TOV)	9.25

9.2 Marking and test of indelibility of marking

The marking shall comply with the requirement of Clause 6.

The test of indelibility of marking is made by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton cloth soaked with aliphatic solvent hexane (with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, a kauributanol value of 29, an initial boiling point of approximately 65 °C, a dry point of approximately 69 °C and a specific gravity of 0,68 g/cm³).

Marking made by impressing, moulding or engraving 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 standard.

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

9.3 Verification of the trip-free mechanism

9.3.1 General test conditions

The SRCD is connected and wired as in normal use.

It is tested in a substantially resistive circuit, the diagram of which is shown in Figure 2.

9.3.2 Test procedure

S_1 , S_4 and the SRCD being previously closed, a residual current equal to $1,5 I_{\Delta n}$ is passed by closing the switch S_2 , whilst the operating means being held in the closed position. The SRCD shall trip.

This test is then repeated by resetting and/or relatching the SRCD slowly over a period of approximately 1 s to a position where the residual current starts to flow. Tripping shall occur without further movement of the operating means.

Both tests are carried out three times, at least once on each pole intended to be connected to a phase.

NOTE If the SRCD is fitted with more than one operating means, the trip-free operation is verified for each operating means.

9.4 Test for the verification of electronic circuits

SRCDs shall not create fire and/or shock hazards under abnormal conditions likely to occur in service.

The conditions under which a component is used within an SRCD shall be in accordance with the operating characteristics marked on the component and/or given in the data provided by the manufacturer.

When SRCDs are exposed to abnormal conditions, no part shall reach temperatures likely to cause danger of fire to the surroundings of the SRCDs and no live parts shall become accessible.

Compliance is checked by subjecting the SRCDs to the heating test under fault conditions as follows:

Unless otherwise specified, the tests are made on SRCDs while they are mounted, connected as specified in 9.11.

Examination of the SRCD and its circuit diagram will show the fault conditions which shall be applied.

Generally, one separate sample is submitted for each fault condition to be tested.

Each of the following fault conditions a) to e) shall be applied in turn. Only one test is carried out for each of the following fault conditions.

- a) Short-circuit across clearances and creepage distances, if smaller than those given by curve A of Figure 3 with the following exception.

In the requirements for clearances and creepage distances between conductors (one of which may be connected to one pole of the supply mains), which are on a printed board, the values given by Figure 3 are replaced by the values calculated from the following formula:

$$\lg d = 0,78 \lg \frac{V}{300} \text{ with a minimum of } 0,2 \text{ mm}$$

where

d is the distance in millimetres;

V the peak value of the voltage in volts.

NOTE 1 These distances can be determined by reference to Figure 4.

NOTE 2 The above reduced values apply to the conductors themselves, but not to mounted components or associated soldered connections. A lacquer coating or the like on printed boards is ignored when calculating the distances.

Clearances and creepage distances, complying with the requirements of Table 6 and printed boards with type 2 coating complying with IEC 60664-3, are excluded from this test.

- b) Short-circuit across insulation consisting of lacquer or enamel coatings.
- c) Short-circuit or interruption of semiconductors.

NOTE 3 For integrated circuits and other semiconductor devices with more than two terminals, the number of tests implied make it impracticable to apply the open-circuiting and/or shorting of all combinations of terminals. In this case, it is permissible first to analyse in detail, by a desk study, all the possible mechanical, thermal and electrical faults which may develop in the SRCD due to the malfunction of the electronic device or other circuit components. Only the combinations corresponding to faults that, on the basis of this analysis, are considered to be likely to cause the non-compliance of the SRCD with the requirements of the last two paragraphs of this subclause are investigated by this method.

- d) Short-circuit of electrolytic capacitors.
- e) Short-circuit or disconnection of resistors, inductors or capacitors.

NOTE 4 Condition e) need not be applied if these components comply with the requirements of 9.5

The temperatures resulting from the fault conditions are measured for the parts mentioned in Table 14 after steady state has been reached or after 4 h (whichever is the shorter time) under each of the fault conditions a) to e).

These temperatures shall not exceed the values given in Table 14 during tests b) and c). They may exceed the values given in Table 14 during test a).

After the tests a) to e), the SRCDs may no longer be capable of meeting all their performance requirements, but they shall comply with the requirements of protection against electric shock according to 9.20.

9.5 Requirements for capacitors and specific resistors and inductors

These requirements concern capacitors and specific resistors and inductors used in electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position.

9.5.1 Capacitors

Capacitors shall comply with the requirements of IEC 60384-14.

The relevant type of capacitors are as follows.

- X_1 or X_2 when relating to interference;
- Y_1 or Y_2 when relating to shock hazard.

These capacitors shall be marked with their rated voltage in volts, their rated capacitance in microfarads and their reference temperature in degrees Celsius, or the manufacturer may provide data sheets.

9.5.2 Resistors and inductors

Resistors and inductors, whose short-circuiting or disconnection resulted in non-compliance with the requirements of 9.4, shall comply with the relevant safety requirements of IEC 60065.

Tests already carried out on resistors and inductors complying with IEC 60065 are not required to be repeated.

Table 14 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions

Parts of the SRCD	Maximum permissible temperature under specific abnormal conditions °C
Accessible parts	
Knobs, handles, accessible surfaces, enclosures, if:	
– metallic	100
– non-metallic ^a	100
	^b
Internal surfaces of insulating enclosures	135
Supply cords and wiring insulation with: ^{c, f}	
– polyvinyl chloride or synthetic rubber	135
– natural rubber	
Other insulations ^c :	
– thermoplastic materials ^d	^e
– non-impregnated paper	105
– non-impregnated cardboard	115
– impregnated cotton, silk, paper and textile	125
– laminates based on cellulose or textile, bonded with	
• phenol-formaldehyde, melamine-formaldehyde, phenol-furfural or polyester	145
• epoxy	185
– mouldings of	
• phenol-formaldehyde, or phenol-furfural, melamine and melamine phenolic compounds with	
– cellulose fillers	165
– mineral fillers	185
• thermosetting polyester with mineral fillers	185
• alkyd with mineral fillers	185
– composite materials of:	
• polyester with fibre glass reinforcement	185
• epoxy with fibre glass reinforcement	185
– silicone rubber	225
Parts of thermoplastic materials ^d acting as support or as a mechanical barrier	^e
Winding wires insulated with ^{c, f}	
• non-impregnated silk cotton, etc.	110
• impregnated silk cotton, etc.	135
• oleoresinous materials	170
• polyvinyl-formaldehyde or polyurethane resins	185
• polyester resins	190
• polyesterimid resins	215
Core laminations	As for the relevant windings
Terminals and parts which may come into contact with cable insulation when installed	135

NOTE The values in this table are taken from Table 3 of IEC 60065:2005.

- ^a If this temperature is higher than that allowed by the class of the relevant insulating material, the nature of the material is the governing factor.
- ^b The admissible temperatures for the internal part of insulating enclosures are those indicated for the relevant insulating materials.
- ^c In this standard, the permissible temperatures are based on service experience in relation to the thermal stability of the materials. The materials quoted are examples. For materials for which higher temperature limits are claimed and for materials other than those listed, the maximum temperatures should not exceed those which have been proved to be satisfactory.
- ^d Natural rubber and synthetic rubbers are not considered as being thermoplastic materials.
- ^e Due to their variety, it is not possible to specify permissible temperatures for thermoplastic materials. While the matter is under consideration, the following method shall be used:
- a) a softening temperature of the material is determined on a separate specimen, under the conditions specified in ISO 306, modified as follows:
- the depth of penetration is 0,1 mm;
 - the total thrust of 10 N is applied before the dial gauge is set to zero or its initial reading noted;
 - b) the temperature limit to be considered is the softening temperature itself.
- ^f The possibility of raising the values for wires and cables insulated with heat-resistant polyvinyl chloride is under consideration.

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

Compliance with the requirements of 8.3.4 is checked by inspection and, for screws and nuts which are operated when connecting the SRCD, 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 made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table 15.

Screws and nuts shall not be tightened in jerks.

The test is made with rigid conductors, having the largest cross-sectional areas specified in Table 12. The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Table 15 – Screw thread diameters and applied torques

Nominal diameter of thread mm		Torque Nm	
Greater than	Up to and including	I ^a	II ^b
–	2,8	0,2	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0

^a Column I applies to screws without heads 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.

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

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

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

9.7 Screwed and screwless terminals

9.7.1 Screwed terminals for external copper conductors

9.7.1.1 SRCDs shall be provided with terminals which shall allow the proper connection of copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 16.

Table 16 – Relationship between rated current and connectable nominal cross-sectional areas of copper conductors

Current and type of SRCD	Rigid (solid or stranded) copper conductors ^c		Flexible copper conductors	
	Nominal cross-sectional area mm ²	Diameter of the largest conductor mm	Nominal cross-sectional area mm ²	Diameter of the largest conductor mm
6 A	–	–	From 0,75 up to 1,5 inclusive	1,73
10 A 2P and 2P+ 	From 1 up to 2,5 inclusive ^a	2,13	–	–
13 A and 16 A 2P and 2P+ 	From 1,5 up to 2 × 2,5 inclusive ^b	2,13	–	–
20 A 2P and 2P+ 	From 1,5 up to 4 inclusive	2,72	–	–
32 A ^d 2P+ 	From 2,5 up to 10 inclusive	4,32	–	–
^a The terminal shall allow the connection of two 1,5 mm ² conductors having a diameter of 1,45 mm. ^b Some countries require the looping-in of three conductors of 2,5 mm ² , or two conductors of 4 mm ² . ^c The use of flexible conductors is permitted. ^d This value is for Korea.				

The conductor space shall be at least that specified in Figures 5, 6, 7 or 8.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional areas specified.

9.7.1.2 Terminals with screw clamping shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of the wires 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.

9.7.1.3 Terminals with screw clamping shall have adequate mechanical strength.

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

Screws shall not be of metal which is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.1.6 and 9.7.1.8.

NOTE Provisionally SI, BA, and UN threads are considered to be comparable in pitch and mechanical strength to metric ISO thread.

9.7.1.4 Terminals with screw clamping shall be resistant to corrosion.

Terminals, whose body is made of copper or copper alloy as specified in 8.3.4, are considered as complying with this requirement.

9.7.1.5 Terminals with screw clamping shall be so designed and constructed that they clamp the conductor(s) without undue damage to the conductor(s).

Compliance is checked by the following test.

The terminal is placed in the test apparatus according to Figure 9 and fitted with rigid, solid, stranded and/or flexible conductor(s), according to Table 16 first with the smallest and then with the largest nominal cross-sectional area, the clamping screw(s) or nut(s) being tightened with the torque according to Table 15.

Where rigid stranded conductors do not exist, the test may be made with rigid solid conductors only. In this case, there is no need for further tests.

The length of the test conductor shall be 75 mm longer than the height (H) specified in Table 17.

The end of the conductor is passed through an appropriate bushing in a plate positioned at a height (H) below the equipment, as given in Table 17. The bushing is positioned in a horizontal plane in such a way that its centre line describes a circle of 75 mm diameter, concentric with the centre of the clamping unit in the horizontal plane; the platen is then rotated at a rate of (10 ± 2) r/min.

The distance between the mouth of the clamping unit and the upper surface of the bushing shall be within ± 15 mm of the height specified in Table 17. The bushing may be lubricated to prevent binding, twisting or rotation of the insulated conductor.

A mass as specified in Table 17 is suspended from the end of the conductor. The duration of the test is approximately 15 min.

During the test, the conductor shall neither slip out of the clamping unit nor break near the clamping unit, nor shall the conductor be damaged in such a way as to render it unfit for further use.

The test shall be repeated with rigid solid conductors where they exist, if the first test has been made with rigid stranded conductors.

Table 17 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Diameter of bushing hole ^a mm	Height H mm	Mass for conductor kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE 1 For SRCD with a rated current of 32 A, testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm ² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).			
NOTE 2 For AWG copper conductors, see Annex C.			
^a If the bushing-hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.			

9.7.1.6 Terminals with screw clamping shall be so designed that they clamp the conductor reliably between metal surfaces.

Compliance is checked by inspection and by the following test.

The terminals are fitted with rigid solid or stranded conductors for fixed socket-outlets and flexible conductors for plugs and portable socket-outlets using conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional area specified in Table 16, the terminal screws being tightened with a torque equal to two-thirds of the torque shown in the appropriate column of Table 15.

If the screw has a hexagonal head with a slot, the torque applied is equal to two-thirds of the torque shown in column 3 of Table 15.

Each conductor is then subjected to a pull as specified in Table 18, applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axis of the conductor space.

Table 18 – Values for pull test for screw-type terminals

Nominal cross-sectional area of conductors accepted by the terminal mm ²	Pull N
Above 0,75 up to 1,5 inclusive	40
Above 1,5 up to 2,5 inclusive	50
Above 2,5 up to 4 inclusive	50
NOTE For SRCD with a rated current of 32 A testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm ² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).	

If the clamp is provided for two or three conductors, the appropriate pull is applied consecutively to each conductor.

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

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

Compliance is checked by the following test.

The terminals are fitted with conductors having the largest nominal cross-sectional area specified in Table 19.

The terminals of fixed socket-outlets are checked both with rigid solid conductors and with rigid stranded conductors.

The terminals of plugs and portable socket-outlets are checked with flexible conductors.

Terminals intended for the looping-in of two or three conductors are checked, being fitted with the permissible number of conductors.

The terminals are fitted with conductors having the composition shown in Table 19.

Table 19 – Composition of conductors

Nominal cross-sectional area mm ²	Number of wires (<i>n</i>) and nominal diameter of conductors <i>n</i> × mm		
	Flexible conductor	Rigid solid conductor	Rigid stranded conductor
0,75	24 × 0,20	–	–
1,0	32 × 0,20	1 × 1,13	7 × 0,42
1,5	30 × 0,25	1 × 1,38	7 × 0,52
2,5	50 × 0,25	1 × 1,78	7 × 0,67
4,0	56 × 0,30	1 × 2,25	7 × 0,86

NOTE For SRCDs with a rated current of 32 A, testing should be carried out with a nominal cross-sectional area of 10 mm² (see 12.2 of IEC 60884-1:2002).

Before insertion into the clamping means of the terminal, wires of rigid (solid or stranded) conductors are straightened; rigid stranded conductors may, in addition, be twisted to restore them approximately to their original shape and flexible conductors are twisted in one direction so that there is a uniform twist of one complete turn in a length of approximately 20 mm.

The conductor is inserted into the clamping means of the terminal for the minimum distance prescribed, or where no distance is prescribed, until it just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to allow the wire to escape.

The clamping screw is then tightened with a torque equal to two-thirds of the torque shown in the appropriate column of Table 20.

For flexible conductors, the test is repeated with a new conductor which is twisted as before, but in the opposite direction.

After the test, no wire of the conductors shall have escaped from the clamping unit thus reducing creepage distances and clearances to values lower than those indicated in Table 6.

9.7.1.8 Terminals with screw clamping shall be so fixed or located within the SRCD that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, the terminals shall not work loose from their fixing to accessories.

NOTE 1 These requirements do not imply that the terminals are designed so that their rotation or displacement is prevented, but any movement is sufficiently limited so as to prevent non-compliance with this standard.

NOTE 2 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, and
- 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 standard.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by the following test.

A rigid solid copper conductor of the largest nominal cross-sectional area specified in Table 16 is placed in the terminal.

Where rigid solid conductors do not exist, the test may be made with rigid stranded conductors.

Before insertion into the clamping means of the terminal, wires of rigid (solid or stranded) are straightened; rigid stranded conductors may, in addition, be twisted to restore them approximately to their original shape.

The conductor is inserted into the clamping means of the terminal for the minimum distance prescribed, or where no distance is prescribed, until it just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to allow the wire to escape.

Screws and nuts are tightened and loosened five times by means of a suitable test screwdriver or spanner, the torque applied when tightening being equal to the torque shown in the appropriate column of Table 20 or in the table of the appropriate Figures 5, 6 or 7, whichever is the greater.

The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Where a screw has a hexagonal head with a slot, only the test with the screwdriver is made with the torque values given in column 3 of Table 20.

Table 20 – Tightening torques for the verification of the mechanical strength of screw-type terminals

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm		
	1 ^a	2 ^b	3 ^c
Up to and including 2,8	0,2	0,4	–
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	–
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	–
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	–
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,2
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	1,4
^a Column 1 applies to screws without a 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. ^b Column 2 applies to other screws which are tightened by means of a screwdriver and to screws and nuts which are tightened by means other than a screwdriver. ^c Column 3 applies to nuts of mantle terminals which are tightened by means of a screwdriver.			

During the test, terminals shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to heads, slots (rendering the use of the appropriate screwdriver impossible), threads, washers or stirrups that will impair the further use of the terminal.

NOTE 3 For mantle terminals the specified nominal diameter is that of the slotted stud.

NOTE 4 The shape of the blade of the test screwdriver should suit the head of the screw to be tested.

NOTE 5 The screws and nuts should not be tightened in jerks.

9.7.1.9 Clamping screws or nuts of earthing terminals with screw clamping shall be adequately locked against accidental loosening and it shall not be possible to loosen them without the aid of a tool.

Compliance is checked by manual test.

NOTE In general, the design of terminals shown in Figures 5, 6, 7 and 8 provide sufficient resiliency to comply with this requirement; for other designs, special provisions, such as the use of an adequate resilient part which is not likely to be removed inadvertently, may be necessary.

9.7.1.10 Earthing terminals with screw clamping shall be such that there is no risk of corrosion resulting from contact between these parts and the copper of the earthing conductor, or any other metal that is in contact with these parts.

The body of the earthing terminal shall be of brass or other metal no less resistant to corrosion, unless it is a part of the metal frame or enclosure, when the screw or nut shall be of brass or other metal no less resistant to corrosion.

If the body of the earthing terminal is a part of a frame or enclosure of aluminium alloy, precautions shall be taken to avoid the risk of corrosion resulting from contact between copper and aluminium or its alloys.

Compliance is checked by inspection.

NOTE Screws or nuts of plated steel withstanding the corrosion test are considered to be of a metal no less resistant to corrosion than brass.

9.7.1.11 For pillar terminals, the distance between the clamping screw and the end of the conductor, when fully inserted, shall be at least that specified in Figure 5.

NOTE The minimum distance between the clamping screw and the end of the conductor applies only to pillar terminals in which the conductor cannot pass right through.

For mantle terminals, the distance between the fixed part and the end of the conductor, when fully inserted, shall be at least that specified in Figure 8.

Compliance is checked by measurement, after a solid conductor of the largest nominal cross-sectional area, as specified in Table 16, has been fully inserted and fully clamped.

9.7.2 Screwless terminals for external copper conductors

9.7.2.1 Screwless terminals may be of the type suitable for rigid copper conductors only or of the type suitable for both rigid and flexible copper conductors.

For the latter type the tests are carried out with rigid conductors first and then repeated with flexible conductors.

NOTE This subclause is not applicable to SRCDs provided with:

- screwless terminals requiring the fixing of special devices to the conductors before clamping them in the screwless terminal, for example flat push-on connectors;
- screwless terminals requiring twisting of the conductors, for example, those with twisted joints;
- screwless terminals providing direct contact to the conductors by means of edges or points penetrating the insulation.

9.7.2.2 Screwless terminals shall be provided with two clamping units each allowing the proper connection of rigid or of rigid and flexible copper conductors having nominal cross-sectional areas as shown in Table 21.

Table 21 – Relationship between rated current and connectable cross-sectional areas of copper conductors for screwless terminals

Rated current A	Conductors		
	Nominal cross-sectional areas mm ²	Diameter of largest rigid conductor mm	Diameter of largest flexible conductor mm
From 10 up to 16 inclusive	From 1,5 up to 2,5 inclusive	2,13	2,21

When two conductors have to be connected, each conductor shall be introduced in a separate independent clamping unit (not necessarily in separate holes).

Compliance is checked by inspection and by fitting conductors of the smallest and largest nominal cross-sectional areas specified.

9.7.2.3 Screwless terminals shall allow the conductor to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection.

NOTE The term "special preparation" covers soldering of the wires of the conductor, use of terminal ends, etc., but not the reshaping of the conductor before introduction into the terminal or the twisting of a flexible conductor to consolidate the end.

9.7.2.4 Parts of screwless terminals mainly intended to carry current shall be of materials as specified in 8.3.4.

Compliance is checked by inspection and by chemical analysis.

NOTE Springs, resilient units, clamping plates and the like are not considered as parts mainly intended to carry current.

9.7.2.5 Screwless terminals shall be so designed that they clamp the specified conductors with sufficient contact pressure and without undue damage to the conductor.

The conductor shall be clamped between metal surfaces.

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

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.6 It shall be clear how the connection and disconnection of the conductors is to be made.

The intended disconnection of a conductor shall require an operation, other than a pull on the conductor, so that it can be made manually with or without the help of a general purpose tool.

It shall not be possible to confuse the opening intended for the use of a tool to assist the connection or disconnection with the opening intended for the conductor.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.7 Screwless terminals which are intended to be used for the interconnection of two or more conductors shall be so designed that:

- during the insertion, the operation of the clamping means of one of the conductors is independent of the operation of that of the other conductor(s);
- during the disconnection, the conductors can be disconnected either at the same time or separately;
- each conductor shall be introduced in a separate clamping unit (not necessarily in separate holes);
- it shall be possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum as designed.

Compliance is checked by inspection and by manual tests with the appropriate conductors (in number and size).

9.7.2.8 Screwless terminals of fixed SRCDs shall be designed so that adequate insertion of the conductor is obvious and over-insertion is prevented if further insertion is liable to reduce the creepage distances and/or clearances required in Table 6, or to influence the operation of the SRCD.

NOTE For the purpose of this requirement, an appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless terminal may be put on the SRCD or given in an instruction sheet which accompanies the SRCD.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

9.7.2.9 Screwless terminals shall be properly fixed to the SRCD.

They shall not work loose when the conductors are connected or disconnected during installation.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.7.2.10.

Covering with sealing compound without other means of locking is not sufficient. Self-hardening resins may, however, be used to fix terminals which are not subject to mechanical stress in normal use.

9.7.2.10 Screwless terminals shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests which are carried out with uninsulated conductors on one screwless terminal of each specimen, using a new specimen for each test.

The test is carried out with solid rigid copper conductors, first with conductors having the largest nominal cross-sectional area, and then with conductors having the smallest nominal cross-sectional area specified in Table 21.

Conductors are connected and disconnected five times, new conductors being used each time, except for the fifth time, when the conductors used for the fourth connection are clamped at the same place. For each connection, the conductors are either pushed as far as possible into the terminal or are inserted so that adequate connection is obvious.

After each connection, the conductor is subjected to a pull of the value shown in Table 22. The pull is applied without jerks, for 1 min in the direction of the longitudinal axis of the conductor space.

Table 22 – Value for pull test for screwless-type terminals

Rated current A	Pull N
10 up to and including 16	30

During the application of the pull the conductor shall not come out of the screwless terminal.

The test is then repeated with rigid stranded copper conductors having the largest and smallest nominal cross-sectional areas specified in 9.7.2.2. These conductors are, however, connected and disconnected only once.

Screwless terminals intended for both rigid and flexible conductors shall also be tested with flexible conductors, making five connections and disconnections.

For fixed SRCDs with screwless terminals, each conductor is subjected for 15 min to a circular motion with (10 ± 2) r/min using an apparatus, an example of which is shown in Figure 9. During this test, a mass as specified in Table 23 is suspended from the end of the conductor.

Table 23 – Values for flexing under mechanical load test for copper conductors

Nominal cross-sectional area of conductor mm ²	Diameter of bushing hole ^a mm	Height H mm	Mass for conductor kg
0,5	6,5	260	0,3
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE For AWG copper conductors, see Annex C.			
^a If the bushing-hole diameter is not large enough to accommodate the conductor without binding, a bushing having the next larger hole size may be used.			

During the test, the conductors shall not move noticeably in the clamping unit.

After these tests, neither the terminals nor the clamping means shall have worked loose and the conductors shall show no deterioration impairing their further use.

9.7.2.11 Screwless terminals shall withstand the electrical and thermal stresses occurring in normal use.

Compliance is checked by the following tests a) and b), which are carried out on five screwless terminals of SRCDs which have not been used for any other test.

Both tests are carried out with new copper conductors.

- a) The test is carried out loading the screwless terminals for 1 h with an alternating current as specified in Table 24 and connecting rigid solid conductors 1 m long having the nominal cross-sectional area as specified in the same table.

The test is carried out on each clamping unit.

Table 24 – Test current for the verification of electrical and thermal stresses in normal use for screwless terminals

Rated current A	Test current A	Nominal cross-sectional area of the conductor mm ²
10	17,5	1,5
16	22	2,5
NOTE 1 For SRCDs having rated currents lower than 10 A, the test current is proportionally determined and the cross-sectional area of the conductors is 1,5 mm ² .		
NOTE 2 For SRCDs having rated currents lower than 16 A and higher than 10 A, the test current is proportionally determined and the cross-sectional area of the conductors is 2,5 mm ² .		

During the test, the current is not passed through the SRCD, but only through the terminals.

Immediately after this period, the voltage drop across each screwless terminal is measured with rated current flowing.

In no case the voltage drop shall exceed 15 mV.

The measurements are made across each screwless terminal and as near as possible to the place of contact.

If the back connection of the terminal is not accessible, the specimens may be adequately prepared by the manufacturer; care shall be taken not to affect the behaviour of the terminals.

Care shall be taken to ensure that, during the period of the test, including the measurements, the conductors and the measurement devices are not moved noticeably.

b) The screwless terminals already subjected to the determination of the voltage drop specified in the previous test a) are tested as follows.

During the test, a current equal to the test current value given in Table 24 is passed.

The whole test arrangement, including the conductors, shall not be moved until the measurements of the voltage drop have been completed.

The terminals are subjected to 192 temperature cycles, each cycle having a duration of approximately 1 h and carried out as follows:

- the current flows for approximately 30 min;
- for a further period of approximately 30 min no current flows.

The voltage drop in each screwless terminal is determined as prescribed for the test of a) after every 24 temperature cycles and after the 192 temperature cycles have been completed.

In no case shall the voltage drop exceed 22,5 mV or twice the value measured after the 24th cycle, whichever is the smaller.

After this test an inspection by normal or corrected vision without additional magnification shall show no changes evidently impairing further use such as cracks, deformations or the like.

In addition, the mechanical strength test according to 9.7.2.10 is repeated and all specimens shall withstand this test.

9.7.2.12 Screwless terminals shall be so designed that the connected rigid solid conductor remains clamped, even when it has been deflected during normal installation, for example, during mounting in a box, and the deflecting stress is transferred to the clamping unit.

Compliance is checked by the following test which is made on three specimens of SRCs which have not been used for any other test.

The test apparatus, the principle of which is shown in Figure 10a shall be so constructed that

- a specified conductor properly inserted into a terminal is allowed to be deflected in any of the 12 directions differing from each other by 30°, with a tolerance referred to each direction of $\pm 5^\circ$, and
- the starting point can be varied by 10° and 20° from the original point.

NOTE 1 A reference direction need not be specified.

The deflection of the conductor from its straight position to the testing positions shall be effected by means of a suitable device, applying a specified force to the conductor at a certain distance from the terminal.

The deflecting device shall be so designed that

- the force is applied in a direction perpendicular to the undeflected conductor,
- the deflection is attained without rotation or displacement of the conductor within the clamping unit,
- the force remains applied while the prescribed voltage drop measurement is made.

Provisions shall be made so that the voltage drop across the clamping unit under test can be measured when the conductor is connected, as shown for example in Figure 10b.

The specimen is mounted on the fixed part of the test apparatus in such a way that the specified conductor inserted into the clamping unit under test can be freely deflected.

NOTE 2 If necessary, the inserted conductor may be permanently bent around obstacles so that these do not influence the results of the test.

NOTE 3 In some cases, with the exception of the case of guidance for the conductor, it may be advisable to remove those parts of the specimens which do not allow the deflection of the conductor corresponding to the force to be applied.

To avoid oxidation, the insulation shall be removed from the conductor immediately before starting the test.

A clamping unit is fitted as for normal use with a rigid solid copper conductor having the smallest nominal cross-sectional area specified in Table 25 and is submitted to a first test sequence; the same clamping unit is submitted to a second test sequence using the conductor having the largest nominal cross-sectional area, unless the first test sequence has failed.

The force for deflecting the conductor is specified in Table 26, the distance of 100 mm being measured from the extremity of the terminal, including the guidance, if any, for the conductor, to the point of application of the force to the conductor.

The test is made with continuous current (i.e. the current is not switched on and off during the test); a suitable power supply should be used and an appropriate resistance should be inserted in the circuit so that the current variations are kept within $\pm 5\%$ during the test.

**Table 25 – Nominal cross-sectional areas of rigid copper conductors
for deflection test of screwless terminals**

Rated current of the SRCD A	Nominal cross-sectional area of the test conductor mm ²	
	First test sequence	Second test sequence
Up to and including 6	1,0 ^a	1,5
Above 6 up to and including 16	1,5	2,5
^a Only for countries allowing the use of 1,0 mm ² conductors in fixed installations.		

Table 26 – Deflection test forces

Nominal cross-sectional area of the test conductor mm ²	Force for deflecting the test conductor ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0
^a The forces are chosen so that they stress the conductors close to the limit of elasticity.	

A test current equal to the rated current of the SRCD is passed through the clamping unit under test. A force according to Table 25 is applied to the test conductor inserted in the clamping unit under test in one of the 12 directions shown in Figure 10a and the voltage drop across this clamping unit is measured. The force is then removed.

The force is then applied successively on each one of the remaining 11 directions shown in Figure 10a, following the same test procedure.

If, for any of the 12 test directions, the voltage drop is greater than 25 mV, the force is maintained in this direction until the voltage drop is reduced to a value below 25 mV, but for not more than 1 min. After the voltage drop has reached a value below 25 mV, the force is maintained in the same direction for a further period of 30 s during which period the voltage drop shall not have increased.

The other two specimens of SRCDs of the set are tested following the same test procedure, but moving the 12 directions of the force so that they differ by approximately 10° for each specimen.

If one specimen has failed at one of the directions of application of the test force, the tests are repeated on another set of specimens, all of which shall comply with this new series of tests.

9.8 Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs

9.8.1 Test circuit

The SRCD is connected in accordance with Figure 2.

Unless otherwise specified, the tests shall be carried out at 0,85 U_n and 1,1 U_n .

The test circuit shall be of negligible inductance.

The instruments for the measurement of the residual current shall show (or permit to determine) the true r.m.s. value.

The instruments for the measurement of time shall have a maximum relative error not greater than 10 % of the measured value.

9.8.2 Verification of behaviour in the case of supply voltage failure

With test switch S_2 in the open position, S_1 and S_4 and the SRCD in the closed position:

Switch S_1 is then opened.

Only SRCDs classified according to 4.1.2 a) and 4.1.2 b) shall open automatically.

Switch S_1 is reclosed.

Only SRCDs classified according to 4.1.2 b) shall reclose automatically.

For SRCDs with manual opening means the test is repeated with S_2 and the SRCD set in the open position and S_1 and S_4 in the closed position:

Switch S_1 is then opened and reclosed.

The SRCD shall not reclose automatically.

For the purposes of this test the test button is not considered to be a manual opening means.

9.8.3 Off-load tests with residual sinusoidal alternating currents at the reference temperature of $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

The SRCD shall perform the tests of 9.8.3.1, 9.8.3.2 and 9.8.3.3 (each one comprising five measurements except at 175 A and above for which it is done only once), made on one pole only, taken at random, but not all samples being tested on the same pole.

9.8.3.1 Verification of the correct operation in case of a steady increase of the residual current

With the test switches S_1 , S_2 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than $0,2 I_{\Delta n}$, to try to attain the value of $I_{\Delta n}$ within 30 s. The tripping current is measured each time.

All five measured values shall be between $I_{\Delta n0}$ and $I_{\Delta n}$.

9.8.3.2 Verification of the correct operation at closing on residual current

Verification is carried out as follows.

- With the test circuit calibrated at $I_{\Delta n}$ and the test switches S_1 , S_2 , S_4 closed, the SRCD is closed on the circuit so as to simulate service conditions as closely as possible. The break time is measured five times. No measurement shall exceed the limiting value as specified in Table 1 or Table 2, as applicable.
- For SRCDs classified according to 4.1.2 a), after the last tripping due to the residual current, switch S_1 is opened and then re-closed without manually resetting the SRCD.

The SRCD shall remain in the open position.

NOTE In the United Kingdom, the momentary re-closing of the contacts for a time not exceeding that stated in Table 1, when the line voltage is restored under fault conditions, is allowed

- For SRCDs classified according to 4.1.2 b), the switches S_1 , S_4 being closed, the SRCD is closed. The opening of switch S_1 shall open the SRCD. Switch S_2 is then closed and thereafter S_1 . If the SRCD re-closes it shall trip within the relevant specified time. The test

is made five times at $I_{\Delta n}$ with measurement of the break time. No measurement shall exceed the relevant specified limiting value in Table 1.

9.8.3.3 Verification of the correct operation in case of sudden appearance of residual current

For SRCDs classified to 4.1.1, with the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 1, the test switches S_2 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_1 .

For SRCDs classified to 4.1.2 a) and b), with the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 1, the test switches S_1 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

The SRCD shall trip during each test.

Five tests, with a delay of 60 s between each test, are carried out at each value of residual current with measurement of break time; test at 175 A and above is made only once.

No value shall exceed the relevant limiting value specified in Table 1.

9.8.4 Verification of the correct operation with load at the reference temperature

The tests of 9.8.3.2 a) and 9.8.3.3 are repeated, the SRCD being loaded with rated current for a sufficient time so as to reach steady-state conditions. In practice, these conditions are reached when the variation of temperature rise does not exceed 1 K/h.

9.8.5 Verification of the correct operation at the temperature limits with and without load

9.8.5.1 SRCDs classified according to 4.7.3 a) and 4.7.3 b)

The SRCD shall perform tests under the following conditions:

- a) in 9.8.3.3 at $0,85 U_n$ and ambient temperature: -5 °C off-load;
- b) in 9.8.3.2 a) and 9.8.3.3 at $1,1 U_n$ and ambient temperature: $+40\text{ °C}$, the SRCD being loaded with the rated current until it attains thermal steady-state conditions and mounted as in 9.11.

In practice, these conditions are reached when the variation of temperature rise does not exceed 1 K/h.

NOTE 1 Preheating may be made at reduced voltage.

NOTE 2 The current and voltage may be derived from two separate sources. An example is given in Figure 11.

9.8.5.2 Verification of the correct operation at low ambient air temperatures for SRCDs classified according to 4.7.3 b)

Enclosed-type SRCDs are tested in their enclosure, unenclosed-type SRCDs being mounted in an individual enclosure with a degree of protection IP55, and are connected as for normal use (see Figure 2).

NOTE 1 No drain hole in the enclosure should be opened for this test.

NOTE 2 SRCDs tested in enclosures IP55 may also be used in enclosures of a degree of protection other than IP55 within the temperature range of -25 °C to $+40\text{ °C}$.

The SRCD (including the enclosure) is brought into a suitable test chamber with an ambient air temperature of $(23 \pm 2)\text{ °C}$ and a relative humidity of $(93 \pm 3)\%$. The volume ratio of the test chamber to the test samples (including enclosures) shall be greater than 50.

The SRCD is in the ON position without load and shall be subjected to the following cycle (see Figure 12).

For the first 6 h (stabilization period) the temperature is kept at $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and the humidity at $(93 \pm 3) \%$. Within the next 6 h, the ambient air temperature is decreased to $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ without any supply of humidity. This temperature of $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$ is kept for 6 h. Within the next 6 h, the temperature is increased to $(+23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and the relative humidity is increased to $(93 \pm 3) \%$ (end of the first cycle). This cycle is performed five times.

During these cycles the SRCD shall not trip.

During the fifth cycle, at the end of the period at $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, an a.c. residual current is passed through one pole of the SRCD (see Figure 2).

For SRCDs, the residual current is calibrated to $1,25 I_{\Delta n}$ and established by closing test switch S_2 . One test only is made on one pole taken at random. The break time measured shall not exceed the value specified in Table 1 for $I_{\Delta n}$.

In addition, the type A SRCD is tested with pulsating d.c. residual currents immediately after the above test with a.c. residual current, the test circuit corresponding to Figure 14.

The residual current is calibrated to $1,25 \times 2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta} \leq 0,01 \text{ A}$, and to $1,25 \times 1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$. The current delay angle shall be $= 0^\circ$, the position of test switch S_3 is set at random, and the current is established by closing test switch S_2 . One test only is made on one pole taken at random. The break time measured shall not exceed the value specified in Table 1 for $I_{\Delta n}$.

After these tests a visual inspection shall show that the materials have not undergone deterioration impairing the further use of the SRCD and it shall be possible to switch on the SRCD, without the presence of any residual current, at the temperature of $-25 ^\circ\text{C}$.

9.8.6 Additional tests for SRCDs fitted with an FE

The value of R_e in Figure 2 shall be 150Ω .

NOTE The above value of R_e takes into account that SRCDs are not intended to be used in an IT system.

9.8.6.1 Verification of the correct operation in case of a steady increase of residual current

Repeat the test of 9.8.3.1 once at $0,85 U_n$ and with test switch S_4 open.

The measured value shall be between $I_{\Delta n0}$ and $I_{\Delta n}$.

9.8.6.2 Verification of correct operation at closing on residual current

Repeat the tests of 9.8.3.2 once with $0,85 U_n$ and test switch S_4 open.

9.8.6.3 Verification of correct operation in case of sudden appearance of residual current

With the test circuit calibrated at $5 I_{\Delta n}$ with $0,9 U_n$, the test switch S_1 and the SRCD in the closed position, switch S_4 in the open position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

The SRCD shall trip.

One test shall be made at $5 I_{\Delta n}$ with measurement of break time.

The value of break time shall not exceed the relevant limiting value specified in Table 1.

9.8.7 Verification of correct operation of type A SRCDs with residual currents having a d.c. component

The test conditions of 9.8.1 apply, except that the test circuits shall be those shown in Figure 14 and Figure 15, as applicable.

9.8.7.1 Verification of correct operation in case of a continuous rise of a residual pulsating direct current

The test shall be performed according to Figure 14.

Test switches S_1 , S_2 and S_4 and the SRCD under test are closed. The relevant thyristor shall be controlled in such a manner that current delay angles α of 0° , 90° and 135° are obtained. Each pole of the SRCD shall be tested twice at each of the current delay angles, twice in position I and twice in position II of test switch S_3 .

At each test, the current, starting from zero, shall be steadily increased within 30 s to

- $1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A;
- $2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A.

The tripping current shall be in accordance with Table 27.

Table 27 – Tripping current ranges for SRCDs in case of pulsating d.c. current

Angle α	Tripping current A	
	Lower limit for each value of α	Upper limit for all values of α
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	For $I_{\Delta n} \leq 10$ mA: $2 I_{\Delta n}$ For $I_{\Delta n} > 10$ mA: $1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

9.8.7.2 Verification of correct operation in case of residual pulsating direct currents in the presence of a standing smooth direct current of 0,006 A

The SRCD shall be tested according to Figure 15 with a half-wave rectified residual current (current delay angle $\alpha = 0^\circ$) and a standing smooth direct current of 0,006 A.

Each pole of the SRCD is tested in turn, twice in position I and twice in position II.

At each test, the half-wave current I_1 , starting from zero, shall be steadily increased within 30 s to

- $1,4 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A;
- $2 I_{\Delta n}$ for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A.

The half-wave current I_1 , starting from zero, being steadily increased at an approximate rate of $1,4 I_{\Delta n} / 30$ A/s for SRCDs with $I_{\Delta n} > 0,01$ A and $2 I_{\Delta n} / 30$ A/s for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A, the device shall trip before this half-wave current I_1 reaches a value not exceeding $1,4 I_{\Delta n}$ or $2 I_{\Delta n}$ as applicable.

9.8.7.3 Verification of correct operation in case of suddenly appearing residual pulsating direct currents

The SRCD shall be tested according to Figure 14.

The circuit is successively calibrated at the values of I_{Δ} given in Table 2.

With the test circuit successively calibrated at each value of residual current specified in Table 2, the test switches S_1 , S_4 and the SRCD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing test switch S_2 .

Two measurements of the break time are made at each of those values at a current delay angle $\alpha = 0^\circ$, with the test switch S_3 in position I for the first measurement and in position II for the second measurement.

No value shall exceed the specified limiting values given in Table 2.

9.8.7.4 Verification at reference temperature of the correct operation with load

The tests of 9.8.7.1 are repeated, only at current delay angle $\alpha = 0^\circ$, the SRCD being loaded with the rated current, this current being established shortly before the test.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure 14.

9.9 Verification of behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring

With the SRCD in the open position, a supply voltage of $0,7 U_n$ for devices with a rated voltage not exceeding 250 V a.c. or $0,85 U_n$ for devices with a rated voltage not exceeding 130 V a.c. is connected directly to the feed through terminals. In this condition no voltage shall appear at the supply terminals of the SRCD and at the socket-outlet portion.

An attempt shall then be made to close the SRCD. If closing of the SRCD is possible, the SRCD shall not remain closed.

NOTE In Australia and New Zealand, this clause is not applicable.

9.10 Verification of the test device

9.10.1 Verification of the simulated residual current

In order to check that the ampere-turns due to the actuation of the test device are less than 2,5 times the ampere-turns produced by a residual current equal to $I_{\Delta n}$ at the rated 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 verification, the dismantling of the SRCD is necessary, a separate sample shall be used.

NOTE 1 The verification of the endurance of the test device is considered as covered by the tests of 9.17.

NOTE 2 If the test is performed with a pulsating d.c. residual current, the value $2,5 I_{\Delta n}$ is multiplied by a factor 2 for SRCDs with $I_{\Delta n} \leq 10$ mA and 1,4 for SRCDs with $I_{\Delta n} > 10$ mA.

9.10.2 Verification of the operation of the test device

Verification is carried out as follows.

- a) With the SRCD being supplied with a voltage equal to 1,1 times the rated voltage, the test device is momentarily actuated 25 times at intervals of 5 s, the SRCD being re-closed before each operation.
- b) Test a) is then repeated, but only once, the operating means of the test device being held in the closed position for 30 s.
- c) Test a) is then repeated at 0,85 times the rated voltage.

At each test a), b), and c), the SRCD shall operate. After the test, it shall show no change impairing its further use.

9.11 Verification of the limit of temperature rise

9.11.1 Test conditions

The test conditions of 9.1 apply, except that the SRCD shall be supplied at $1,05 U_n$.

SRCDs shall be so constructed that they comply with the following temperature-rise test.

The terminal screws or nuts, if any, are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15.

Flush-mounted SRCDs are mounted in flush-mounted boxes. The box is placed in a block of pinewood, the space in between the box and the pinewood being filled with plaster, so that the front edge of the box does not protrude and is not more than 5 mm below the front surface of the pinewood block.

NOTE 1 The test assembly should be allowed to dry for at least seven days when first made.

The size of the pinewood block, which may be fabricated from more than one piece, shall be such that there is at least 25 mm of wood surrounding the plaster, the plaster having a thickness between 10 mm and 15 mm around the maximum dimensions of the sides and rear of the box.

NOTE 2 The sides of the cavity in the pinewood block may have a cylindrical shape.

The cable(s) connected to the SRCD shall enter through the top of the box, the point(s) of entry being sealed to prevent the circulation of air. The length of each conductor within the box shall be (80 ± 10) mm.

Surface type SRCDs shall be mounted centrally on the surface of a wooden block, which shall be at least 20 mm thick, 500 mm wide and 500 mm high.

Other types of SRCD shall be mounted according to the manufacturer's instruction or, in the absence of such an instruction, in the position of normal use considered to give the most onerous conditions.

The test assembly shall be placed in a draught-free environment for the test.

Where plugs are needed for the test they shall have brass pins having the minimum specified dimensions.

9.11.2 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 SRCD at about half its height and at a distance of about 1 m from the SRCD.

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

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

9.11.3 Test procedure

9.11.3.1 Test for SRCD classified according to 4.2.1, 4.2.2 and 4.2.3

A current equal to I_n is passed simultaneously through the two poles of the SRCD from the supply terminals to the load side of the SRCD (socket-outlet or load terminals or flying leads) 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/h.

During this test, the temperature rise shall not exceed the values shown in Table 8.

9.11.3.2 Additional test for SRCD classified according to 4.2.1 b)

The test in 9.11.3.1 is then repeated with a current equal to I_n passing simultaneously through the two poles of the SRCD from the supply terminals to the feed through means.

9.11.4 Measurement of the temperature rise of different parts

The temperature of the different parts referred to in Table 8 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.

9.12 Resistance to humidity

9.12.1 Preparation of the SRCD for test

Parts of the SRCDs which can be removed without the aid of a tool are removed and subjected to the humidity treatment together with the main part. Spring lids, if any, are kept open during this treatment.

Inlet openings, if any, are left open; if knock-outs are provided, one of them is opened. The SRCD shall be in the open position, without supply voltage and in free air.

9.12.2 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 ± 1 K at any convenient value T between 20 °C and 30 °C.

Before being placed in the humidity cabinet the sample is brought to a temperature between T °C and $(T + 4)$ °C.

9.12.3 Test procedure

The SRCD is kept in the cabinet for 48 h.

NOTE 1 A relative humidity between 91 % and 95 % may 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.

NOTE 2 In order to achieve the specified conditions within the cabinet, it is recommended to ensure constant circulation of air and to use a cabinet which is thermally insulated.

9.12.4 Condition of the SRCD after the test

After this treatment, the sample shall show no damage within the meaning of this standard and when removed from the cabinet, shall comply with the tests of 9.13.1 and 9.13.2.

9.13 Test of dielectric properties

9.13.1 Insulation resistance of the main circuit

After an interval between 30 min and 60 min following the test of 9.12, the insulation resistance is measured 5 s after application of a d.c. voltage of approximately 500 V, successively as follows:

- a) with the SRCD in the open position, in turn between each pair of the terminals or pins or contact tubes of socket-outlets which are electrically connected together when the SRCD is in the closed position;
- b) with the SRCD in the closed position, between both poles, electronic components connected between current paths being disconnected for the test (where it is not possible to keep the SRCD in the closed position, each pole is bridged by an outside connection);
- c) with the SRCD in the closed position, between poles connected together and the frame, including a metal foil in contact with the outer surface of the internal enclosure of insulating material, if any (components connected between live parts and the earthing path of an SRCD may be disconnected for this test);
- d) between internal metal parts of the mechanism and the frame;

NOTE Access to the internal metal part of the mechanism may be specifically provided for this measurement by the manufacturer.

- e) for SRCDS 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, if any, including bushing and similar devices.

The term "frame" includes:

- all accessible metal parts and a metal foil in contact with the surfaces of insulating material which are accessible in normal use;
- screws for fixing covers which have to be removed when connecting the SRCD.

For the purpose of this test, the protective conductor is connected to the frame.

For measurements according to b), c), d) and e), 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 M Ω for the measurements according to a) and b),
- 5 M Ω for the other measurements.

9.13.2 Dielectric strength of the main circuit

Immediately after the SRCD has passed the tests of 9.13.1, the test voltage specified below is applied for 1 min between the parts indicated in 9.13.1 the 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 a) to d) of 9.13.1; an alternative voltage value of 1 500 V is allowed for SRCDs with rated residual current of 6 mA intended to be used in a bi-phase system with 120 V middle point.
- 2 500 V for e) of 9.13.1.

Initially, no more than half the prescribed 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 neglected.

9.13.3 Capability of withstanding high d.c. voltages due to insulation measurements

A d.c. voltage source is used with the following characteristics:

- open voltage: $600 \text{ V} + \begin{smallmatrix} 25 \text{ V} \\ 0 \end{smallmatrix}$
- maximum ripple: 5 %

where

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

- short-circuit current: $12 \text{ mA} + \begin{smallmatrix} 2 \text{ mA} \\ 0 \end{smallmatrix}$

The test is carried out on the SRCD in the closed position. Where it is not possible to keep the SRCD in the closed position, each pole is bridged by an outside connection.

The test voltage is applied for 1 min:

- a) between the two poles connected together and the metal frame, if any, connected to the FE, if any, and the PE terminal, if any;
- b) between the two poles.

After this treatment, the SRCD shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in 9.8.3.3.

9.14 EMC compliance and unwanted tripping

9.14.1 Electromagnetic compatibility (EMC)

EMC tests shall be performed according to IEC 61543 as follows:

Tests listed in Table 28 are covered and shall not be repeated.

Table 28 – Tests to be applied for EMC

Reference to Tables 4 and 5 of IEC 61543:1995	Electromagnetic phenomena	Tests of this standard
T 1.3	Voltage amplitude variations	9.8.1
T 1.4	Voltage unbalance	9.8.1
T 1.5	Power frequency variations	9.1.1
T 1.8	Magnetic fields	9.15 and 9.23
T 2.4	Current oscillatory transients	9.14.2

The remaining tests in Tables 4, 5 and 6 of IEC 61543:1995 shall be carried out according to the test sequences EMC1, EMC2 and EMC3 listed in Annex A of this standard.

For devices containing a continuously operating oscillator, the test of CISPR 14-1 shall be carried out on the samples prior to the tests of IEC 61543.

9.14.2 Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A (ring wave test)

The SRCD is tested using a surge generator capable of delivering a damped oscillatory current as shown in Figure 16. An example of circuit diagram for the test of the SRCD is shown in Figure 17. One pole of the SRCD, chosen at random, is 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 sample of an SRCD of the same type to meet the following requirements:

- peak value: $25A^{+10}_{-0} \%$;
- virtual front time: $0,5 \mu s \pm 30 \%$;
- period of the following oscillatory wave: $10 \mu s \pm 20 \%$;
- each successive peak: about 60 % of the preceding peak.

During the tests, the SRCD shall not trip.

9.15 Verification of the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions

9.15.1 List of the overcurrent tests

The various tests to verify the behaviour of the SRCD under overcurrent conditions are shown in Table 29.

Table 29 – Tests to verify the behaviour of SRCDs under overcurrent conditions

Verification	SRCD classified according to:	
	4.9 a), b), c) 1)	4.9 c) 2)
Rated making and breaking capacity I_m	9.15.2.2	–
Rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$	9.15.2.3	9.15.2.3
Coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current I_{nc}	9.15.2.4 a)	–
Coordination at the rated making and breaking capacity I_m	9.15.2.4 b)	–
Coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$	9.15.2.4 c)	–
Making and breaking capacity of the plug and socket-outlet(s) separate or incorporated in integral items of the SRCD	9.15.3	9.15.3
Test at 1 500 A		9.23.2.1
Rated short-circuit capacity test I_{cn}		9.23.2.2

9.15.2 Short-circuit tests

9.15.2.1 General conditions for test

The conditions of 9.15.2 are applicable to any test intended to verify the behaviour of the SRCD under short-circuit conditions.

a) Test circuit

Figure 18 gives the diagram of the circuit to be used for the tests.

The supply S feeds a circuit including resistors R, reactors L, the SCPD, if any, the SRCD under test and the additional resistors R_2 and/or R_3 , as applicable.

If the SRCD or the associated plug is fitted with a fuse no further SCPD is necessary.

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

The reactors L shall 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 if 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 shall be shunted by a resistor taking approximately 0,6 % of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

In each test circuit, the resistors R and reactors L are inserted between the supply source S and the SRCD under test.

The SCPD, or the equivalent impedance (see 9.15.2.2 a) and 9.15.2.3 a)), is inserted between the resistors R and the SRCD under test.

The additional resistor R_3 , if used, shall be inserted on the load side of the SRCD under test.

For the tests of 9.15.2.4 a) and c), SRCDs shall be connected with cables having a length of 0,75 m per pole and a maximum cross-section corresponding to the rated current according to Table 12.

NOTE 1 It is recommended that 0,5 m be connected on the supply side and 0,25 m on the load side of the SRCD.

The diagram of the test circuit shall be given in the test report. It shall be in accordance with the relevant figure of this standard.

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.

R_2 , suitably calibrated, is a resistance used to obtain one of the following currents:

- a residual current of $10 I_{\Delta n}$ such as to cause the operation of the SRCD within the appropriate minimum operating time specified in Table 1 or Table 2;
- the rated residual making and breaking current $I_{\Delta m}$;
- the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

S_1 is a switch.

For the purpose of verifying the minimum let-through energy I^2t value and minimum peak current I_p to be withstood by the SRCD classified according to 4.9 a) and 4.9 c) 1) in order to obtain reproducible test results, the SCPD shall be embodied by a silver wire using the test apparatus shown in Figure 19.

The silver wire shall have a diameter of 0,35 mm and contain at least 99,9 % pure silver.

The corresponding approximate values of I^2t and I_p are respectively 1 kA²s and 1,02 kA when tested at the rated conditional short-circuit current or at the rated conditional residual short-circuit current (prospective current value: 1 500 A) up to a rated current of 16 A. For higher rated currents, a silver wire with a 0,5 mm diameter shall be used whose corresponding approximate values of let-through energy I^2t and peak current I_p are respectively 4,1 kA²s and 1,5 kA.

The silver wire shall be inserted in the appropriate position of the test apparatus, i.e. horizontally, and stretched.

The silver wire shall be replaced after each test.

All the conductive parts of the SRCD under test normally earthed in service, including the metal support on which the SRCD is mounted or placed or any metal enclosure (see 9.15.2.1 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_1 limiting the value of the prospective fault current to about 100 A.

The current sensor O_1 is connected on the load side of the SRCD under test.

The voltage sensor O_2 is connected across the supply connections of the SRCD under test.

Unless otherwise stated in the test report, the resistance of the measuring circuits shall be at least 100 Ω per volt of the power-frequency recovery voltage.

SRCDs are supplied on the line side with the rated voltage.

In the case of SRCDs dependent on line voltage, in order to permit the breaking operations to be made, it is necessary either to insert the device T making the short-circuit or an additional short-circuit making device in that position on the load side of the SRCD.

b) Tolerances on test quantities

All the tests concerning the verification of rated making and breaking capacity and of the correct coordination between SRCD and SCPD shall be performed at values of influencing quantities and factors as stated by the manufacturer in accordance with Table 5 of this standard, 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: $\pm 5 \%$ (including power-frequency recovery voltage).

c) Power factor of the test circuit

The power factor of the test circuit (see Table 30) shall be determined according to a recognized method which shall be stated in the test report.

Table 30 – Power factor ranges of the test circuit

Test current I_{cc} A	Corresponding power factor range
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 to 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 to 0,90

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 voltage of the SRCD under test.

NOTE 2 The value of 105 % of the rated 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 SRCD under test 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 9.15.2.4 a), the load connections of the SRCD under test are short-circuited by means of connections C of negligible impedance, the resistors R and the reactors L are 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 both poles and the current curve is recorded through the current sensor O_1 .

Moreover, for the tests of 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 b) and c), the additional resistors R_2 and/or R_3 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 SRCD for test

The SRCD shall be assembled and connected according to the manufacturer's instructions.

SRCDs for flush mounting shall be tested in the appropriate box.

For the opening operation (O) only, a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm thick of a size of 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 $\times$ 200 mm, is fixed and reasonably stretched in a frame, placed at a distance of 20 mm from

- either the maximum projection (tripped or un-tripped position) 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 foil should have the following physical properties:

- density at 23 °C ($0,92 \pm 0,05$) g/cm³;
- melting point 110 °C to 120 °C.

The control mechanism for the switching operations shall simulate, as closely as possible, the normal manual operation.

It shall be verified that the SRCD under test operates correctly on no-load when it is operated under the specified conditions.

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 switch T, with the SRCD under test and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the SRCD under test, both the switch T and the SCPD, if any, being in the closed position, followed by an automatic opening (in the case of a SCPD see 9.15.2.4);
- t represents the time interval between two successive short-circuit operations which shall be 3 min or such longer time as may be required for resetting or renewing the SCPD, if any.

h) Behaviour of the SRCD during tests

During tests, the SRCD under test shall not endanger the operator.

Furthermore, there shall be no permanent arcing, no flashover between poles or between poles and exposed conductive parts, nor operation of the device F.

Where an integral fuse is fitted, it may operate during the test.

i) Condition of the SRCD after tests

After each of the applicable tests, carried out in accordance with 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b), and 9.15.2.4 c), the SRCD under test shall show no damage impairing its further use and the polyethylene foil shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

The SRCD shall be capable, without maintenance, of

- complying with the requirements of 9.13.2 but at a voltage equal to twice its rated voltage, for 1 min without previous humidity treatment;
- making and breaking its rated current at its rated voltage.

Under the test conditions of 9.8.3.2 a), the SRCD shall trip at a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

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

This test does not apply to SRCDs classified according to 4.9 c) 2).

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

The test shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the test shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

a) Test conditions

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

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

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 resistance R_2 , the following sequence of operation is performed:

CO – t – CO – t – CO

9.15.2.3 Verification of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

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

The test shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the test shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

a) Test conditions

The SRCD shall be tested according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external 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 resistors R_3 are not used, the circuit being left open.

The current path which does not carry the residual short-circuit current is connected to the supply voltage at its line terminal. For SRCDs classified according 4.1.1 and fitted with an FE, the FE is connected and the supply neutral is not connected.

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

The switch S_1 remains closed.

The test is performed on each pole excluding the pole marked N, if any.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

For the breaking operation, the switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $(45 \pm 5)^\circ$.

9.15.2.4 Verification of the coordination between the SRCD and the SCPD

This test does not apply to SRCDs classified according to 4.9 c) 2).

These tests are intended to verify that the SRCD protected by the SCPD is able to withstand, without damage, short-circuit currents up to its rated conditional short-circuit current (see 5.3.1.2 and 5.3.1.3).

The tests shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the tests shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

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

During the test either the SRCD or the SCPD or both may open. However, if only the SRCD opens, the test is also considered as satisfactory.

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

The following tests are made under the general conditions of 9.15.2.1:

- a test made without establishing any residual current to verify that up to the rated conditional short-circuit current I_{nc} , the SCPD protects the SRCD in accordance with a) below;
- a test made without establishing any residual current to verify that at a short-circuit current corresponding to the rated making and breaking capacity I_m , the SCPD operates and protects the SRCD, in accordance with b) below);
- a test to verify 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 SRCD is able to withstand the corresponding stresses, due to the protection by the SCPD, in accordance with c) below).

For the breaking operations, the switch T is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $(45 \pm 5)^\circ$.

- a) Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SRCD under test and by the SCPD.

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 SRCD under test and by the SCPD.

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 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

1) Test conditions

The SRCD shall be connected in such a manner that the short-circuit current is a residual current.

The test is performed on each pole excluding the pole marked N, if any.

The current path which does not carry the residual short-circuit current is connected to the supply at the line terminal.

Connections G_1 of negligible impedance are replaced by the SRCD under test and by the SCPD.

Switch S_1 remains closed.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.15.3 Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1

Compliance is checked according to Clause 20 of IEC 60884-1:2002 but at the rated voltage of the RCD part.

9.16 Verification of clearances of the SRCD with the impulse withstand voltage test

If the measurement of clearances of item 2, 3 and 4, Table 6, shows a reduction of the required length this test applies. This test is carried out immediately after verification made in 9.13 (measurement of the insulation resistance and dielectric properties).

NOTE 1 The measurement of the clearances can be replaced by this test.

The test is carried out on an SRCD wired as in normal use and in the closed position.

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

- ±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 being at least 1 s for impulses of the same polarity and being at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

When performing the impulse voltage test on complete SRCD, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It needs to be assured that the required value of the test voltage is applied across the terminals of the equipment under test.

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

NOTE 2 For the verification of clearances within the basic insulation, on complete SRCD, a very low impedance of the generator is needed for the test. For this purpose, a hybrid generator with a virtual impedance of 2 Ω is appropriate if internal components are not disconnected before testing. However, in any case, a measurement of the correct test voltage directly at the clearance is required.

The shape of the impulses is adjusted with the SRCD under test connected to the impulse generator. For this purpose appropriate voltage dividers and voltage sensors shall be used. It is recommended to disconnect surge protective components before testing.

NOTE 3 For SRCDs with incorporated surge arresters that cannot be disconnected, the shape of the impulses is adjusted without connection of the SRCD to the impulse generator.

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.

A first series of tests is made, the impulses being applied between the two poles of the SRCD. The test impulse voltage values shall be chosen in Table 31. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out.

Table 31 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage between poles

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ a.c. peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 ^a	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4

^a Values for product intended to be used with a 120 V rated voltage only.

A second series of tests is made, the impulses being applied between the metal support connected together with the terminals intended for the protective conductor and the poles connected together. The test impulse voltage values shall be chosen in Table 32. These values are corrected for barometric and/or altitude pressure at which the tests are carried out.

**Table 32 – Test voltage for verification of impulse
withstand voltage with the metal support**

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ a.c. peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
3	3,5	3,5	3,4	3,2	3
5	6,2	6	5,8	5,6	5
^a Values for product intended to be used with a 120 V rated voltage only.					

If the SRCD trips during one test, it shall be re-closed before the next one.

No unintentional disruptive discharge shall occur.

If, however, only one such disruptive discharge occurs, 10 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 unless those intentionally foreseen by design (see NOTE 2).

NOTE 4 The expression "unintentional 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.

NOTE 5 Intentional disruptive discharges cover discharges of any incorporated surge suppressing device.

The shape of the impulses is adjusted with the SRCD 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.

9.17 Mechanical and electrical endurance

9.17.1 Normal operation of socket-outlets of the SRCD

For SRCDs classified in accordance with 4.2.1, the tests of Clause 21 of IEC 60884-1:2002, are applied but at the rated voltage of the SRCD.

For SRCDs classified in accordance with 4.2.2, the socket-outlet shall comply with IEC 60884-1.

9.17.2 Test of the RCD part of the SRCD

The tests are made on new samples.

The SRCD is connected as in normal use, at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C and according to the manufacturer's instructions.

SRCDs classified according to 4.2.1 are tested using a plug fitted with 1 m of flexible conductors according to Table 33.

For multiple socket-outlets, the test is carried out on each socket-outlet in turn or on the most critical socket-outlet, when this is obvious.

Table 33 – Cross-sectional area for test conductors

Rated current of the SRCD A	Nominal cross-sectional area mm ²	
	Flexible conductors for test plug and terminals of SRCDs	Rigid conductors (solid or stranded) for the fixed test socket-outlet
Up to and including 10	1	1,5
Above 10 up to and including 16	1,5	2,5
Above 16 up to and including 20	2,5	4
Above 20 up to and including 32	4	6
NOTE For AWG copper conductors, see Annex C.		

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 15. During the tests, no maintenance or dismantling of the sample is allowed.

Endurance tests are made at the rate of four operating cycles per minute, the ON period having a duration of 1,5 s to 2 s.

9.17.2.1 Test procedure for on-load test

The test is made 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 sine-wave form and the power factor shall be between 0,85 and 0,9.

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

The SRCD shall be operated as for normal use.

The opening operations shall be carried out as follows.

- The first 500 operations are carried out by using the manual operating means, if any.
- The following 750 operations are carried out by passing a residual operating current of $I_{\Delta n}$ through one pole. For SRCDs classified according to 4.1.1 and fitted with a FE, 250 of these operating cycles are carried out with the neutral disconnected.
- For SRCDs opening automatically in the event of failure of the line voltage, classified according to 4.1.2, 250 operations are made by interrupting the supply neutral.
- The remaining operations up to a total of 2 000 are carried out by using the test device.

9.17.2.2 Test procedure for off-load test

Following the test of 9.17.2.1, the SRCD is subjected without load, using the manual operating means, to 2 000 operating cycles.

NOTE For SRCDs without manual operating means, their test device is used for opening operations and the reset device for closing operations.

9.17.2.3 Condition of the SRCD after the tests

Following the tests of 9.17.2.1 and 9.17.2.2, the SRCD shall not show during inspection:

- undue wear;
- damage of the enclosure permitting access to live parts by the standard gauge of Figure 20;
- loosening of electrical or mechanical connections;
- seepage of the sealing compound, if any.

Under the test condition of 9.8.3.3 the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made without measurement of break time.

The SRCD shall then perform satisfactorily for the dielectric strength test specified in 9.13.2, but at a voltage equal to 900 V for 1 min and without previous humidity treatment.

9.18 Resistance to mechanical shock

9.18.1 General

SRCDs, surface mounting boxes and screwed glands shall have adequate mechanical strength so as to withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the appropriate tests of 9.18.1 to 9.18.5 as follows:

- for all kinds of fixed SRCD 9.18.2;
- for fixed SRCD with a base intended to be mounted directly on a surface 9.18.3;
- for screwed glands of accessories having an IP code higher than IP20 9.18.4;
- for shuttered socket-outlets in an SRCD 9.18.5;
- for surface-type mounting boxes 9.18.2.

9.18.2 Impact test apparatus

The specimens are subjected to blows by means of an impact test apparatus as shown in Figures 21, 22, 23 and 24.

The striking element has a hemispherical face of 10 mm radius, made of polyamide having a Rockwell hardness of HR between 85 and 100, and a mass of (150 ± 1) g.

It 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 $(1\,000 \pm 1)$ mm above the axis of the striking element.

The Rockwell hardness of the polyamide striking element is determined by using a ball having a diameter of $(12,700 \pm 0,002\,5)$ mm, the initial load being (100 ± 2) N and the extra load $(500 \pm 2,5)$ N.

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

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

The specimens are mounted on a sheet of plywood, 8 mm nominal thickness and approximately 175 mm², secured at its top and bottom edges to a rigid bracket which is part of the mounting support.

The mounting support shall have a mass of (10 ± 1) kg and shall be mounted on a rigid frame by means of pivots. The frame is fixed to a solid wall.

The design of the mounting is such that

- the specimen can be placed in such a way that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot,
- the specimen can be moved horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood,
- the plywood can be turned 60° in both directions about a vertical axis.

Surface type SRCD and surface mounting boxes are mounted on the plywood as in normal use. Inlet openings which are not provided with knock-outs are left open; if they are provided with knock-outs, one of them is opened.

Flush-type SRCD are mounted in a recess provided in a block of hornbeam or material having similar mechanical characteristics, which is fixed to a sheet of plywood, and not in its relevant mounting box.

If wood is used for the block, the direction of the wood fibres shall be perpendicular to the direction of impact.

Flush-type screw fixing SRCD shall be fixed by means of screws to lugs recessed in the hornbeam block. Flush-type claw fixing SRCD shall be fixed to the block by means of the claws.

Before applying the blows, fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15.

The specimens are mounted so that the point of impact lies in a vertical plane through the axis of the pivot.

The striking element is allowed to fall from a height specified in Table 34.

Table 34 – Height of fall for impact tests

Height of fall mm	Parts of enclosures subjected to impact	
	SRCD having IP code IPX0	SRCD having an IP code higher than IPX0
100	A and B	Operating means
150	C	A and B
200	D	C
250	–	D
A Parts on the front surface, including the parts which are recessed. B Parts which do not project more than 15 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, with the exception of parts specified in A. C Parts other than those specified in A which project more than 15 mm and not more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use. D Parts other than those specified in A which project more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use.		

The mounting surface is applied on all parts of the specimen, with the exception of those specified in A.

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 axes of the steel tube of the pendulum and the striking element, perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

The specimens are subjected to blows, which are evenly distributed. The blows are not applied to knock-out areas or to any openings covered by a transparent material.

The following blows are applied:

- two blows to the operating means of the RCD part;
- for parts specified in A, five blows (see Figure 27a and Figure 27b):
 - one blow to the centre,
 - one blow on each of the two most unfavourable points between the centre and the edges, after the specimen has been moved horizontally,
 - one blow on similar points, after the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood;
- for parts specified in B (as far as applicable), C and D, four blows:
 - one blow is applied on one of the sides of the specimen where the blow can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis (see Figure 27c);
 - one blow on the opposite side of the specimen where blows can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis, in the opposite direction (see Figure 27c).

After the specimen has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood sheet:

- one blow is applied on one of the sides of the specimen where the blow can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis (see Figure 27d);

- one blow on the opposite side of the specimen where blows can be applied, after the plywood sheet has been turned 60° about a vertical axis in the opposite direction (see Figure 27d).

If inlet openings are provided, the specimen is mounted in such a way that the two lines of blows are, as closely as possible, equidistant from these openings.

Cover-plates and other covers of multiple SRCD are treated as though they were the corresponding number of separate covers, but only one blow is applied to any one point.

For SRCD having an IP code higher than IPX0, the test is made with the lids, if any, closed and, in addition the appropriate number of blows is applied to those parts which are exposed when the lids are open.

After the test, the specimen shall show no damage within the meaning of this standard. In particular, live parts shall not become accessible.

After the test on a lens (window for pilot lights) the lens may be cracked and/or dislodged, but it shall not be possible to touch live parts with

- the test probe B of IEC 61032:1997, is applied in every possible position, an electrical indicator with a voltage between 40 V and 50 V being used to show contact with the relevant parts.
- the test probe 11 of IEC 61032:1997 under the conditions stated as above, but with a force of 10 N;
- the steel wire of Figure 20 applied with a force of 1 N, for accessories with increased protection.

In case of doubt, it is verified that it is possible to remove and replace external parts such as boxes, enclosures, covers and cover-plates, without these parts or their insulating lining being broken.

If a cover-plate backed by an inner cover is broken, the test is repeated on the inner cover, which shall remain unbroken.

NOTE 2 Damage to the finish, small dents which do not reduce creepage distances or clearances below the value specified in Table 6 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or harmful ingress of water are neglected.

Cracks not visible with normal or corrected vision, without additional magnification, and surface cracks in fibre-reinforced mouldings and the like are ignored.

Cracks or holes in the outer surface of any part of the accessory are ignored if the accessory complies with this standard even if this part is omitted. If a decorative cover is backed by an inner cover, fracture of the decorative cover is ignored if the inner cover withstands the test after removal of the decorative cover.

9.18.3 Surface type SRCD

The bases of surface type SRCD are first fixed to a cylinder of rigid steel sheet, having a radius equal to 4,5 times the distance between fixing holes but, in any case, no less than 200 mm. The axes of the holes are in a plane perpendicular to the axis of the cylinder and parallel to the radius through the centre of the distance between the holes.

The fixing screws of the base are gradually tightened, the maximum torque applied being 0,5 Nm for screws having a thread diameter up to and including 3 mm and 1,2 Nm for screws having a larger thread diameter.

The bases of SRCD are then fixed in a similar manner to a flat steel sheet. During and after the tests, the bases of SRCD shall show no damage impairing their further use.

9.18.4 Screwed glands

Screwed glands are fitted with a cylindrical metal rod having a diameter, in millimetres, equal to the nearest whole number below the internal diameter, in millimetres, of the packing. The glands are then tightened by means of a suitable spanner, the torque shown in Table 35 being applied for 1 min.

Table 35 – Torque test values for glands

Diameter of test rod mm	Torque Nm	
	Metal glands	Glands of moulded material
Up to and including 14	6,25	3,75
Above 14, up to and including 20	7,5	5,0
Above 20	10,0	7,5

After the test, the glands and the enclosures of the specimens shall show no damage within the meaning of this standard.

9.18.5 Shuttered SRCDS

Shuttered SRCDS shall have the shutter so designed that it withstands the mechanical force which may be expected in normal use, for example when a pin of a plug is inadvertently forced against the shutter of a socket-outlet entry hole.

Compliance is checked by the following tests, which are carried out on specimens which have been submitted to the test according to 9.8.

One pin from a plug of the same system is applied for 1 min with a force of 40 N against the shutter of an entry hole in a direction perpendicular to the front surface of the socket-outlet.

For shutters provided as the only means to prevent single pole insertion, the force shall be 75 N instead of 40 N.

Where the socket-outlet is designed to accept plugs of different types, the test is made with a pin from a plug with the largest size pin.

The pin shall not come in contact with live parts.

An electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

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

NOTE Small dents on the surface which do not adversely affect further use of the socket-outlet are ignored.

9.19 Reliability

Compliance is checked by the tests of 9.19.1 and 9.19.2.

9.19.1 Climatic test

9.19.1.1 Test chamber

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 shall not be used again until it has been purified. 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 $7,0 \pm 0,2$. During and after the test the resistivity should be not less than 100 Ωm and the pH value should remain within $7,0 \pm 1,0$.

9.19.1.2 Severity

The cycles are effected under the following conditions:

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

9.19.1.3 Testing procedure

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

a) Initial verification

An initial verification is made by submitting the SRCD to the test according to 9.8.3.3, but only at $I_{\Delta n}$.

b) Conditioning

1) The SRCD connected as for normal use is introduced into the chamber.

SRCDs shall be supplied at rated voltage or, in the case of more than one rated voltage, at any one rated voltage. They shall be in the closed position.

2) Stabilizing period (see Figure 25)

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

- either by placing the SRCD in a separate chamber before introducing it into the test chamber;
- or by adjusting the temperature of the test chamber to $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ after the introduction of the SRCD 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 5).

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

3) Description of the 24 h cycle (see Figure 25)

- i) The temperature of the chamber shall be progressively raised to the appropriate upper temperature prescribed in 9.19.1.2. 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 of Figure 25.

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

NOTE The fact that condensation occurs implies that the surface temperature of the SRCD is below the dew point of the atmosphere. This means that the relative humidity has to be 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 prescribed limits of ± 2 °C for the upper temperature, for 12 h $\pm$ 30 min from the beginning of the cycle.

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

Condensation shall not occur on the SRCD during the last period of 15 min.

- iii) The temperature shall then fall to (25 ± 3) °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 25, it would result in a temperature of (25 ± 3) °C being attained in 3 h $\pm$ 15 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 ± 3) °C with a relative humidity not less than 95 %, until the 24 h cycle is completed.

9.19.1.4 Recovery

At the end of the cycles, the SRCD shall not be removed from the test chamber.

The door of the test chamber shall be opened and the temperature and humidity regulation is stopped.

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

During the 28 cycles, the SRCD shall not trip.

9.19.1.5 Final verification

Under the conditions of tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{cn}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

9.19.2 Test with temperature of 40 °C

The SRCD is placed as for normal use on a dull black painted plywood support, about 20 mm thick.

For each pole, a single-core cable, 1 m long and having a nominal cross-sectional area as specified in Table 15 is connected on each side of the SRCD, the terminal screws or nuts being tightened by a torque equal to two-thirds of that specified in Table 15. The assembly is placed in a heating cabinet.

The SRCD is loaded with a current equal to the rated current at any convenient voltage and is subjected, at a temperature of (40 ± 2) °C, to 28 cycles, each cycle comprising 21 h with current passing and thereafter 3 h without current. The current is interrupted by a switch, the SRCD being not operated.

SRCDs are supplied at the rated voltage or, in the case of more rated voltages, at the highest rated voltage (an example of a circuit is given in Figure 11).

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 50 K.

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

Under the conditions of tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break time.

NOTE An example of a test circuit for this verification is given in Figure 11.

9.20 Protection against electric shock and degree of protection IP of the SRCD

9.20.1 Protection against electric shock

9.20.1.1 General

The SRCD is installed, including any specified cover plate, and connected as for normal use and fitted with conductors of the smallest cross-sectional areas and the test is then repeated using conductors of the largest cross-sectional areas, as specified in Table 16.

For the SRCD, the standard test finger shown in Figure 1 is applied in every possible position.

For the plug portion, the test finger is applied in every possible position when the plug is in partial or complete engagement with a socket-outlet.

An electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

For SRCDS where the use of elastomeric or thermoplastic material is likely to influence the requirement, the test is repeated but at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the SRCD being at this temperature.

During this additional test, SRCDS are subjected for 1 min to a force of 75 N, applied through the tip of a straight enjoined test finger of the same dimensions as the standard test finger. This finger, with an electrical indicator as described above, is applied to all places where yielding of the insulating material could impair the safety of the SRCD.

During this test, the SRCDS shall not deform to such an extent that those dimensions shown in the relevant standard sheets which ensure safety are unduly altered and no live part shall be accessible by the standard test finger (see Figure 1).

15 min after removal of the test apparatus the sample shall not show such deformation as would result in undue alteration of those dimensions, shown in the relevant standard sheets, which ensure safety.

9.20.1.2 Additional tests for SRCDS incorporated in a fixed socket-outlet

9.20.1.2.1 SRCDS are tested with a plug completely withdrawn, by applying a steel gauge, as shown in Figure 20, with a force up to 1 N and with three independent straight movements applied in the most unfavourable conditions, withdrawing the gauge after each movement.

The socket-outlet part with a plug partially inserted is checked with the standard test finger (see Figure 1). For SRCDS with enclosures or bodies of thermoplastic material, the test is made at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, both the SRCD and the gauge being at this temperature.

9.20.1.2.2 The socket-outlet part is placed in such a position that its engagement surface is in the horizontal position. A test plug, corresponding to the type of socket-outlet, is inserted into the socket-outlet with a force of 150 N which is applied for 1 min.

For verification of the resistance between the earthing terminal and the accessible metal part, a current of 1,5 times rated current or 25 A, whichever is the greater, derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V, is passed between the earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the earthing terminal and the accessible metal part is measured and the resistance is calculated from the current and this voltage drop.

In no case shall the resistance exceed 0,05 Ω .

NOTE Care should be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

9.20.2 Degree of protection IP of the SRCD

The degrees of protection shall be verified by the relevant tests in IEC 60529.

9.21 Resistance to heat

9.21.1 General

The tests are made according to 9.21.2, 9.21.3 and 9.21.4, as applicable.

The tests of 9.13.2 and 9.13.3 are not made on parts of ceramic material.

If two or more of the insulating parts referred to in 9.21.2 and 9.21.3 are made of the same material, the test is carried out only on any one of these parts, according to 9.21.2 or 9.21.3 as applicable.

9.21.2 Conditioning

The samples, without removable covers, if any, are kept for 1 h in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Removable covers, if any, are kept for 1 h in the heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

During the test, they 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 not accessible in normal use, even if the standard test finger is applied with a force not exceeding 5 N.

Under the test conditions of 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is made, on one pole taken at random, without measurement of break time.

After the test, the marking shall still be legible.

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

9.21.3 External parts of SRCDs

External parts of SRCDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts or parts of the protective circuit and parts retaining the terminals or terminations in position are subjected to a ball pressure test by means of the apparatus shown in Figure 26.

Parts of the front surface zone of thermoplastic material of 2 mm width surrounding the phase and neutral pins entry holes of socket-outlets are also to be subjected to this test.

The part under test shall be placed on a steel plate at least 3 mm thick and in direct contact with it.

The part is placed on the steel support with the appropriate surface to be tested in the horizontal position. A steel ball of 5 mm diameter is pressed against this surface with a force of 20 N.

The test load and the supporting means shall be placed within the heating cabinet for a sufficient time to ensure that they have attained the stabilized test temperature before the test commences.

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

After 1 h, the ball is removed from the sample which is then immersed 10 s in cold water to cool it to approximately room temperature.

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

9.21.4 External Insulating parts

External parts of SRCDs made of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, even though they are in contact with them, are subjected to a ball pressure test in accordance with 9.21.2, but the test is made at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rise determined for the relevant part during the test of 9.11, whichever is higher.

9.22 Resistance to abnormal heat and to fire – Glow-wire test

The test is performed according to Clauses 4 to 8 of IEC 60695-2-10:2000 under the following conditions:

- for parts of insulating material necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, by the test made at a temperature of $850 ^\circ\text{C}$;
- for parts of insulating material not necessary to retain current-carrying parts and parts of the earthing circuit in position, even though they are in contact with them, by the test made at a temperature of $650 ^\circ\text{C}$.

If the tests specified have to be made at more than one place on the same sample, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests does not affect the result of the test to be made.

Small parts according to IEC 60695-2-11, 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 where 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 (see Figure 28 for diagrammatic representation).

The tests are not made on parts of ceramic material.

The test is made on one sample.

In case of doubt, the test shall be repeated on two further samples.

The test is made by applying the glow-wire once.

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).

The tip of the glow-wire shall be applied to the specified surface of the sample taking into account the conditions of the intended use under which a heated or glowing element may come into contact with the sample.

The sample is considered as having passed the glow-wire test if one of the following conditions is met:

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

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

9.23 SRCDs with overcurrent protection

These tests do not apply to SRCDs classified according to 4.9 a) and 4.9 b).

9.23.1 Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions

These tests are made to verify that SRCDs classified according to 4.9 c) 1) and 4.9 c) 2) comply with the requirements of 8.11.2.

The tests may be carried out at any convenient voltage.

For SRCDs requiring a supply voltage for this test, the circuit of Figure 11 may be used to provide any convenient supply voltage.

9.23.1.1 Test of time-(over)current characteristic

- a) A current equal to $1,13 I_n$ (conventional non-tripping current) is passed for the conventional time (see 8.11.3) through the two poles, starting from cold (see Table 10).

The SRCD shall not trip.

The current is then steadily increased within 5 s to $1,45 I_n$ (conventional tripping current).

The SRCD shall trip within the conventional time.

- b) A current equal to $2,55 I_n$ is passed through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 1 s nor more than 60 s.

9.23.1.2 Test of instantaneous tripping characteristic (only for SRCD according to 4.9 c) 2)

- a) For SRCDs of the B-type tripping

A current equal to $3 I_n$ is passed simultaneously through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 0,1 s.

A current equal to $5 I_n$ is then passed simultaneously through the two poles, again starting from cold.

The SRCD shall trip in a time less than 0,1 s.

- b) For SRCDs of the C-type tripping

A current equal to $5 I_n$ is passed simultaneously through the two poles, starting from cold.

The opening time shall be not less than 0,1 s.

A current equal to $10 I_n$ is then passed simultaneously through the two poles, again starting from cold.

The SRCD shall trip in a time less than 0,1 s.

9.23.1.3 Test of effect of ambient temperature on the tripping characteristic

Compliance is checked by the following tests.

- a) The SRCD is placed in an ambient temperature of $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ below the ambient air reference temperature until it has attained steady-state temperature.

A current equal to $1,13 I_n$ (conventional non-tripping current) is passed through all poles for the conventional time. The current is then steadily increased within 5 s to $1,9 I_n$.

The SRCD shall trip within the conventional time.

- b) The SRCD is placed in an ambient temperature of $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ above the ambient air reference temperature until it has attained steady-state temperature.

A current equal to I_n is passed through all poles.

The SRCD shall not trip within the conventional time.

9.23.2 Short-circuit tests for SRCDs according to 4.9 c) 2)

These tests are intended to verify that the SRCD according to 4.9 c) 2) is able to withstand without damage short-circuit currents up to its rated short-circuit capacity (see 5.3.2).

The tests shall be carried out through either the socket-outlet or the load terminals or flying leads as applicable.

For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the tests shall be carried out, once through the socket-outlet part and once on a separate set of samples through the feed through means.

9.23.2.1 Test at 1 500 A

- a) Test conditions

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

The connections G1 of negligible impedance are replaced by the SRCD.

Switch S_1 remains open. No residual current is established.

- b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – O – t – CO – t – CO – t – CO

For the "O" operations, switch A is synchronized with respect to the voltage wave so that the six points of initiation for the opening operations are equally distributed over the half-wave. The synchronization tolerance shall be $\pm 5^\circ$.

9.23.2.2 Test at rated short-circuit capacity (I_{cn})

This test applies only for SRCDs with a rated short-circuit capacity higher than 1 500 A.

a) Test conditions

The test circuit is calibrated according to 9.15.2.1 but with the power factor between 0,85 and 0,90.

The SRCD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.15.2.1, no external SCPD being inserted in the circuit.

The connections G1 of negligible impedance are replaced by the SRCD.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – O – t – CO

For the "O" operations, the switch A is synchronized with respect to the voltage wave so that the circuit is closed at the point 0° on the wave for the "O" operation on the first sample.

This point is then shifted by 45° for the second "O" operation on the first sample; for the second sample, the two "O" operations shall be synchronized at 15° and 60° and for the third sample at 30° and 75°.

The synchronization tolerance shall be $\pm 5^\circ$.

9.23.3 Condition of the SRCD after tests

After each of the applicable tests, carried out in accordance with 9.23.1 and 9.23.2 the SRCD under test shall show no damage impairing its further use and the polyethylene foil shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification.

The SRCD shall be capable, without maintenance, of

- complying with the requirements of 9.13.2 but at a voltage equal to twice its rated voltage, for 1 min without previous humidity treatment,
- making and breaking its rated current at its rated voltage.

Moreover, SRCD shall not trip when a current equal to 0,85 times the conventional non-tripping current is passed through all poles for the conventional time, starting from cold.

At the end of this verification, the current is steadily increased within 5 s to 1,1 times the conventional tripping current.

The SRCD shall trip within 1 h.

9.24 Verification of ageing of electronic components

The SRCD is placed for a period of 168 h in an ambient temperature of $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ and loaded with the rated current. The voltage on the electronic parts shall be 1,1 times the rated voltage.

After this test, the SRCD 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 tests specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break time.

NOTE An example for the test circuit of this verification is given in Figure 11.

9.25 Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltage conditions

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 test voltage shall have a practically sinusoidal waveform, and the same frequency as U_n .

The test voltage is applied on the supply side of the SRCD.

Verification is carried out according to the following series a), b) and c) of tests on different samples, each test being performed on one sample only.

a) The SRCD being in the closed position, a test voltage of 1 200 V is applied for 5 s according to Figure 29.

FE terminal and frame, if any, shall be connected to the PE.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test, the SRCD shall pass the verification test in d).

b) The SRCD being in the closed position, a test voltage of 250 V is applied for 1 h according to Figure 29.

The FE terminal and frame, if any, shall be connected to the PE.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test the SRCD shall pass the verification test in d).

c) The SRCD is supplied by a voltage of $\sqrt{3} \times U_n$ for 1 h.

During the test, the SRCD may trip automatically and no flashover or breakdown shall occur. Glow discharges without drop in voltage are ignored.

After the test, the SRCD shall pass the verification test in d).

d) After each test, the SRCD is then supplied at rated voltage and closed. The SRCD is then opened with the test device and the SRCD shall show no damage within the meaning of this standard.

Under the test conditions specified in 9.8.3.3, the SRCD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

9.26 Verification of the limiting value of FE/PE standing current

9.26.1 Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is connected

With S_1 closed, the SRCD is closed, connected according to Figure 13 and supplied at $1,1 U_n$.

For SRCDs not provided with a pole exclusively intended for the neutral conductor, a second test is performed whereby the phase and the neutral of the supply are reverse connected to the SRCD.

The resistor R_1 shall have a value of $1 \Omega \pm 1 \%$.

The r.m.s. value of the voltage drop across the resistor R_1 is measured and the resulting current in the functional earth connection is calculated and shall not exceed 0,5 mA.

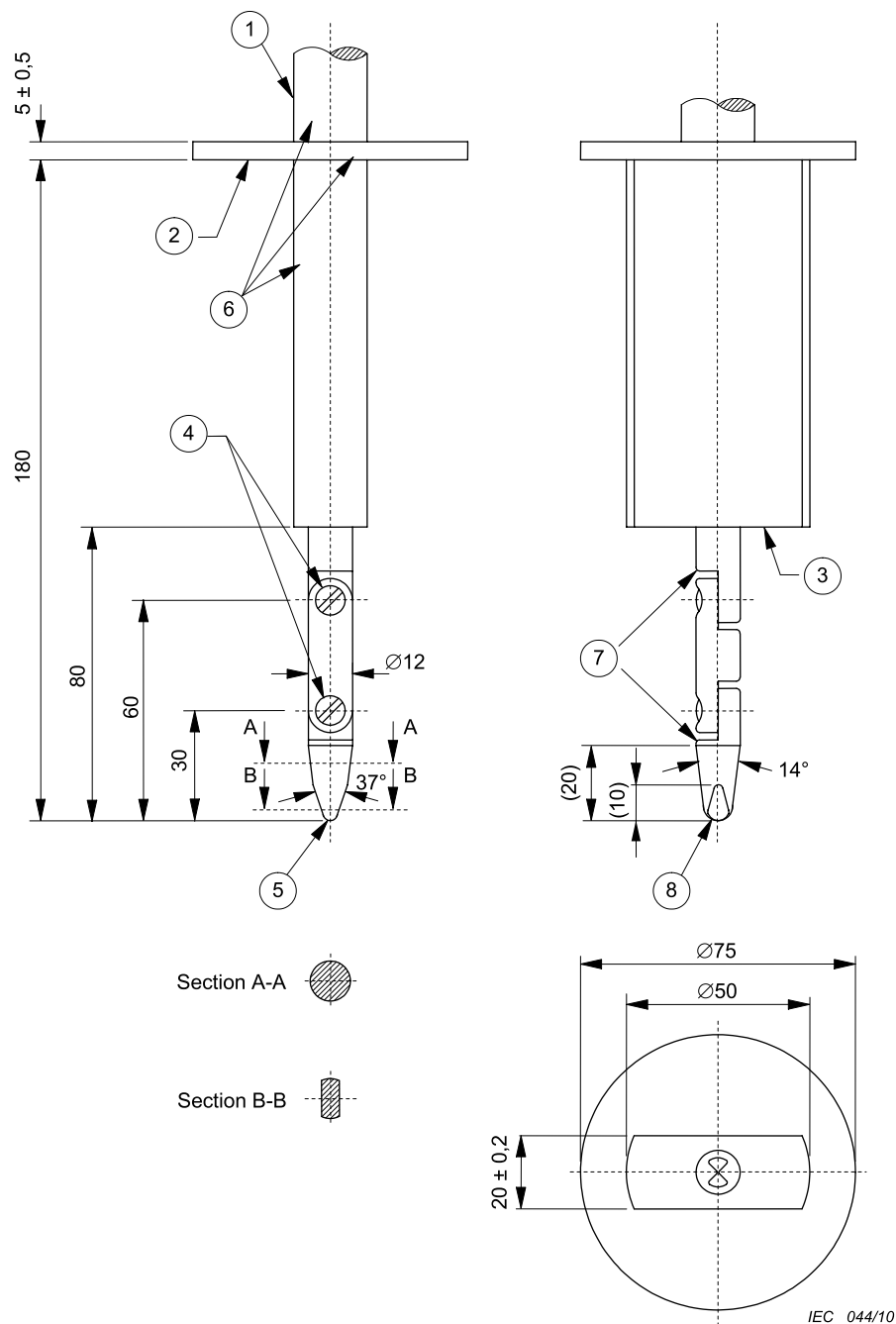
9.26.2 Verification of the limiting value of FE/PE standing current when the neutral is not connected

With S_1 open, the SRCD is closed, connected according to Figure 13 and supplied at $1,1 U_n$.

For SRCDs not provided with a pole exclusively intended for the neutral conductor, a second test is performed whereby the phase and the neutral of the supply are reverse connected to the SRCD.

The resistor R_1 shall have a value of $1 \Omega \pm 1 \%$.

The r.m.s. value of the voltage drop across the resistor R_1 is measured and the resulting current in the functional earth connection is calculated and shall not exceed 2 mA.



IEC 044/10

Key

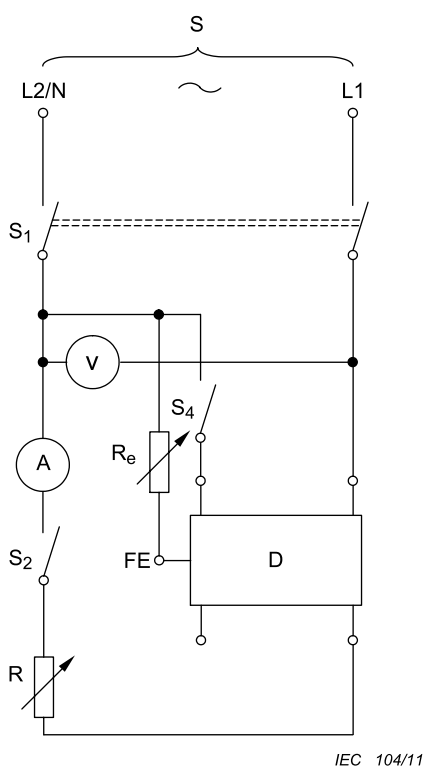
1	Handle	5	R2 ± 0,05 cylindrical
2	Guard	6	Insulating material
3	Stop face	7	Chamfer all edges
4	Joints	8	R4 ± 0,05 spherical

Material: metal, except where otherwise specified
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 $\begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$.

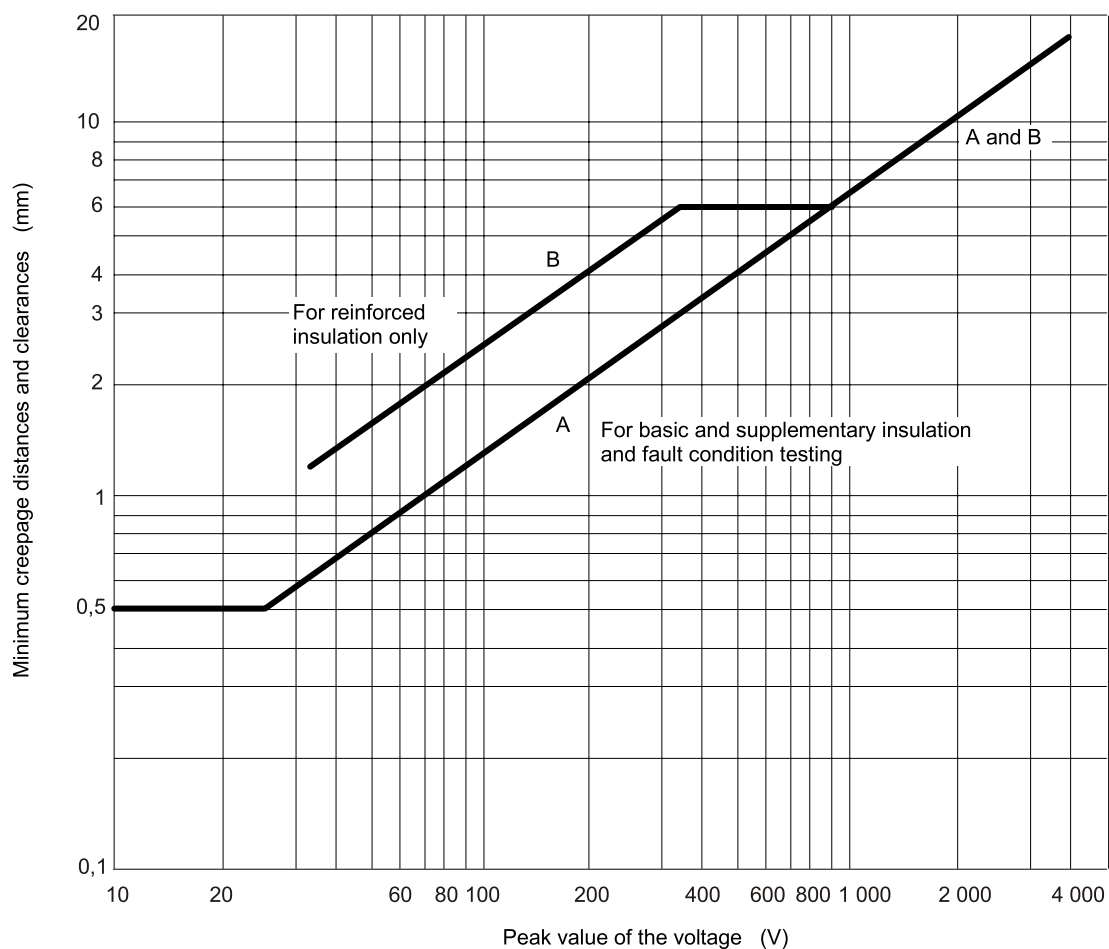
Figure 1 – Standard test finger



Key

S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter
D	SRCD under test
S ₁	Two-pole switch
S ₂ or S ₄	Single-pole switch
R	Variable resistor
R _e	150 Ω resistor
FE	Functional earth

Figure 2 – General test circuit



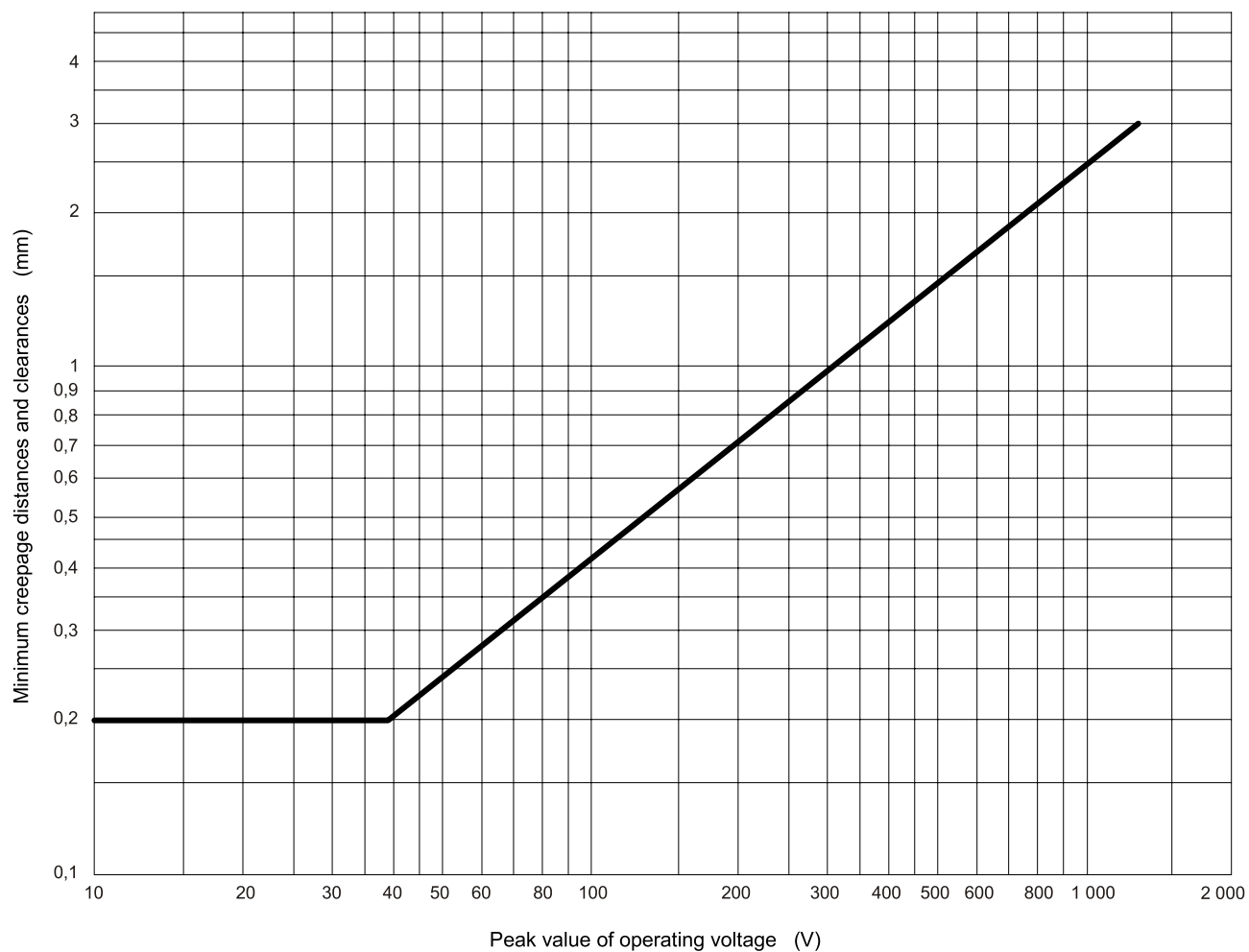
IEC 105/11

For parts conductively connected to the supply mains with voltages in the range of 220 V to 250 V (r.m.s.), the dimensions are equal to those relating 354 V, peak:

Curve A: 34 V corresponds to 0,6 mm
354 V corresponds to 3,0 mm

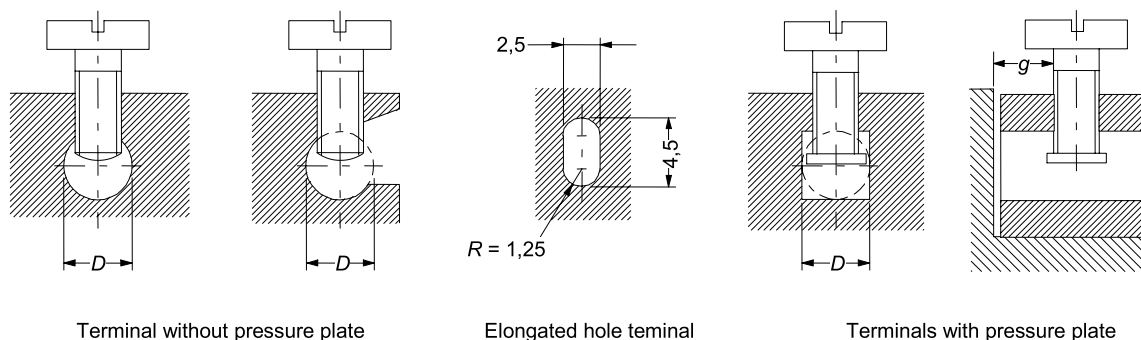
Curve B: 34 V corresponds to 1,2 mm
354 V corresponds to 6,0 mm

Figure 3 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage



IEC 106/11

Figure 4 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage



IEC 107/11

Dimensions in millimetres

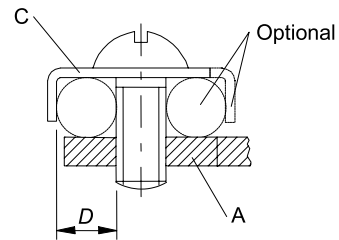
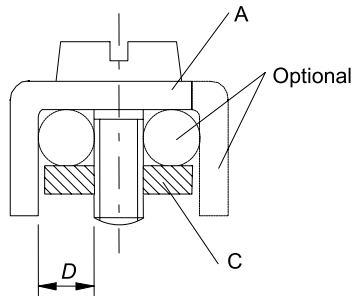
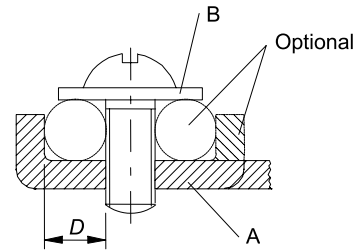
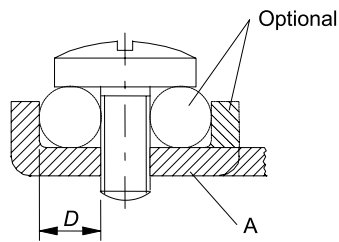
Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> (or minimum dimensions) of conductor space mm	Minimum distance <i>g</i> between clamping screw and end of conductor when fully inserted mm		Torque Nm					
				1 ^a		2 ^a		3 ^a	
		One screw	Two screws	One screw	Two screws	One screw	Two screws	One screw	Two screws
Up to 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
2,5 (circular hole)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (elongated hole)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,8	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5

^a The values specified apply to screws covered by the corresponding columns in Table 6.

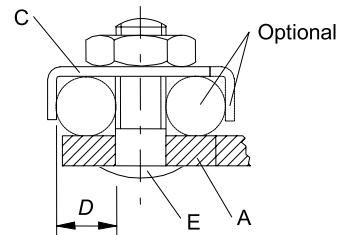
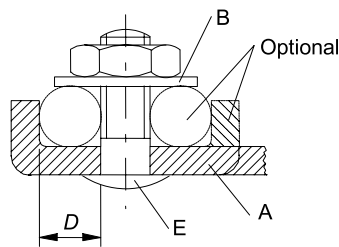
The part of the terminal containing the threaded hole and the part of the terminal against which the conductor is clamped by the screw may be two separate parts, as in the case of terminals provided with a stirrup.

The shape of the conductor space may differ from those shown, provided that a circle with a diameter equal to the minimum specified for *D* or the minimum outline specified for the elongated hole accepting cross-sections of conductors up to 2,5 mm² can be inscribed.

Figure 5 – Pillar terminals



Screw terminals



Stud terminals

IEC 108/11

Key

- A Fixed part
- B Washer or clamping plate
- C Anti-spread device
- D Conductor space
- E Stud

Figure 6a – Screw/stud not requiring washer or clamping plate

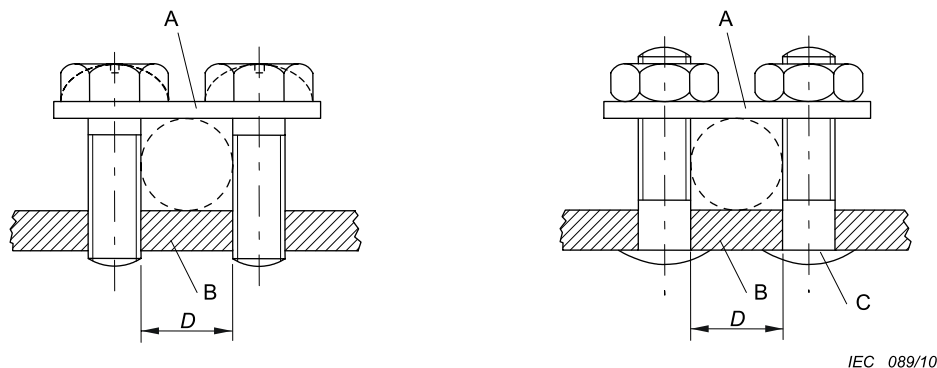
Figure 6b – Screw/stud requiring washer, clamping plate or anti-spread device

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter D of conductor space mm	Torque	
		3 ^a	
		One screw or stud	Two screws or studs
Up to 1,5	1,7	0,5	–
Up to 2,5	2,0	0,8	–
Up to 4	2,7	1,2	0,5

^a The values specified apply to the screws covered by the corresponding columns in Table 6.

The part which retains the conductor in position may be of insulating material provided the pressure necessary to clamp the conductor is not transmitted through the insulating material.
The second optional space for the terminal accepting cross-section of conductors up to 2,5 mm² may be used for the connection of the second conductor when it is required to connect two 2,5 mm² conductors.

Figure 6 – Screw terminals and stud terminals



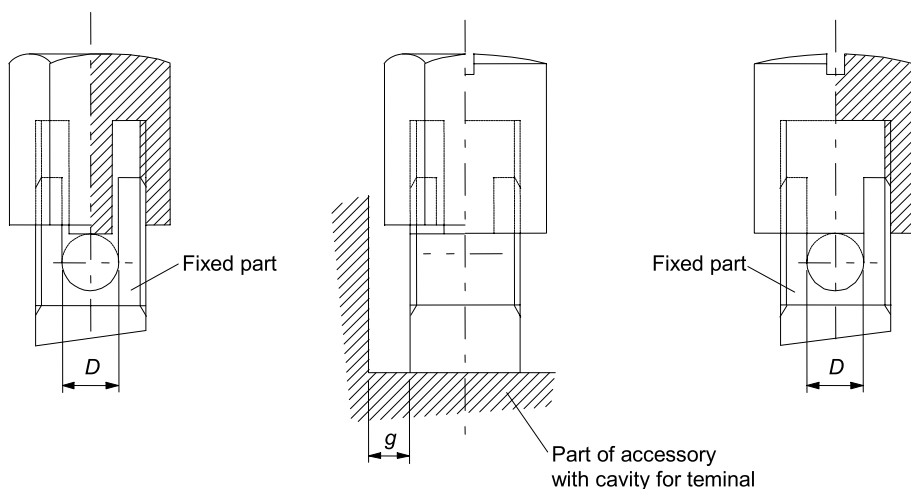
Key

- A Saddle
- B Fixed part
- C Stud
- D Conductor space

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D</i> of conductor space mm	Torque Nm
Up to 4	3,0	0,5

The shape of the conductor space may differ from that shown in this figure, provided that a circle with a diameter equal to the minimum value specified for *D* can be inscribed.
The shape of the upper and lower faces of the saddle may have a different shape to accommodate conductors of either small or large cross-sectional areas by inverting the saddle.

Figure 7 – Saddle terminals

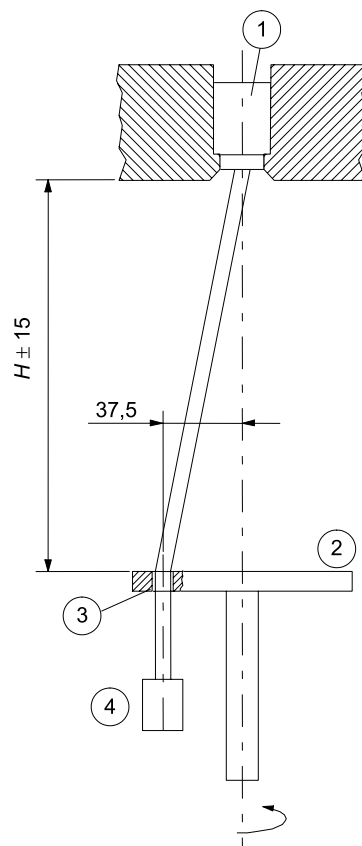


Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Minimum diameter <i>D_a</i> of conductor space mm	Minimum distance <i>g</i> between fixed part and end of conductor when fully inserted mm
Up to 1,5	1,7	1,5
Up to 2,5	2,0	1,5
Up to 4	2,7	1,8

^a The bottom of the conductor space shall be slightly rounded in order to obtain a reliable connection.

NOTE The value of the torque to be applied is that specified in column 2 or 3 of Table 20 as appropriate.

Figure 8 – Mantle terminals



IEC 110/11

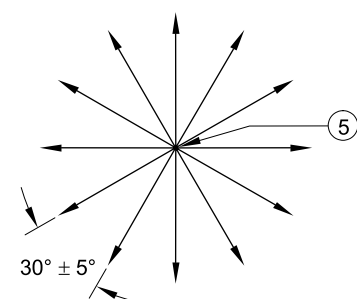
Dimensions in millimetres

Key

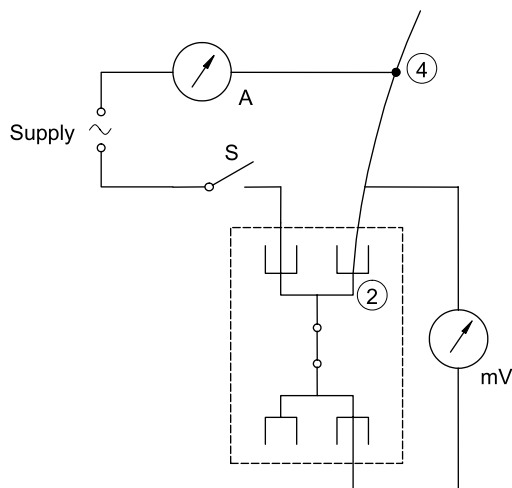
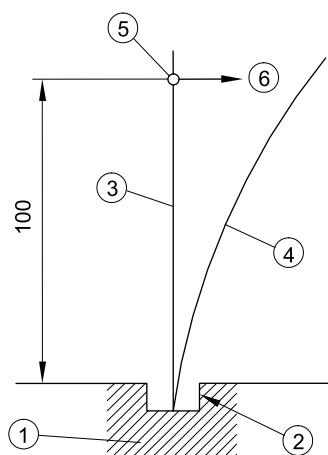
- 1 Terminal
- 2 Platen
- 3 Bushing
- 4 Mass

NOTE Care should be taken that the bushing hole is made in a way which ensures that the force extended to the cable is pure pulling force and that the transmission of any torque to the connection in the clamping means is avoided.

Figure 9 – Arrangement for checking damage to conductors



Directions of application of the forces



IEC 111/11

Dimensions in millimetres

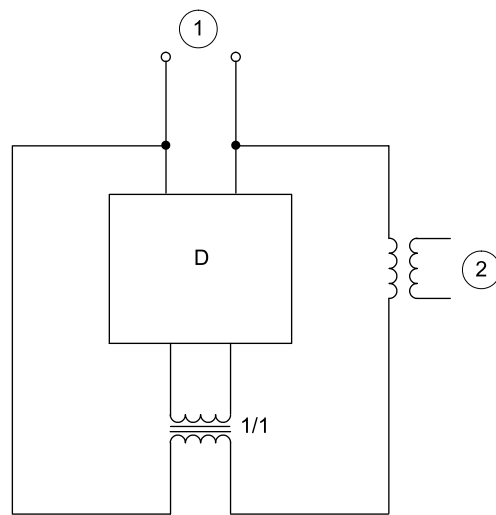
Key

A	Ammeter
mV	Millivoltmeter
S	Switch
1	Specimen
2	Clamping unit under test
3	Test conductor
4	Test conductor, deflected
5	Point of application of the force for deflecting the conductor
6	Deflection force (perpendicular to the straight conductor)

Figure 10a – Principle of the test apparatus for deflection on screwless terminals

Figure 10b – Example of test arrangement to measure the voltage drop during deflection test on screwless terminals

Figure 10 – Information for deflection test

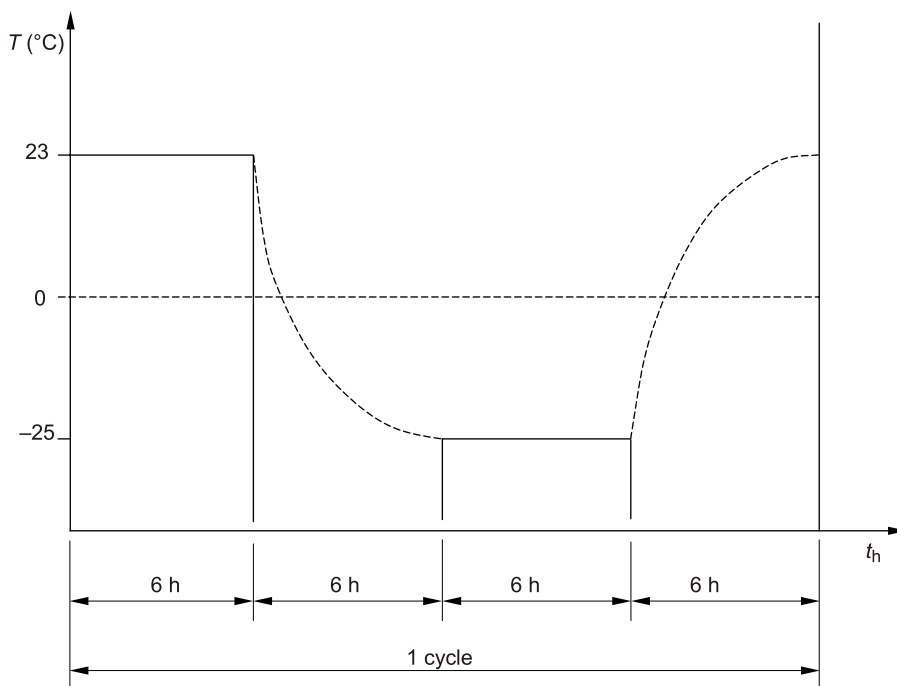


IEC 067/10

Key

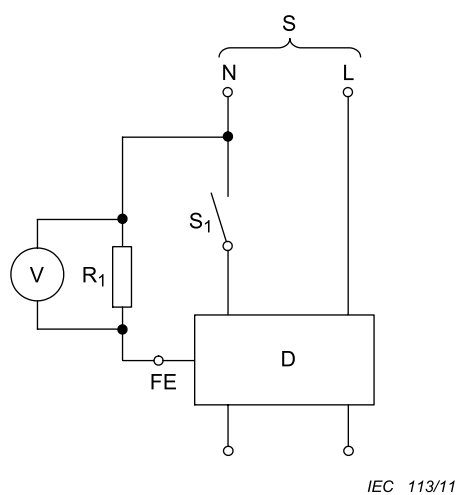
- 1 Supply at 1,1 U_n
- 2 Current supply
- D = SRCD under test

Figure 11 – Example of a test circuit with current and voltage derived from separate sources



IEC 112/11

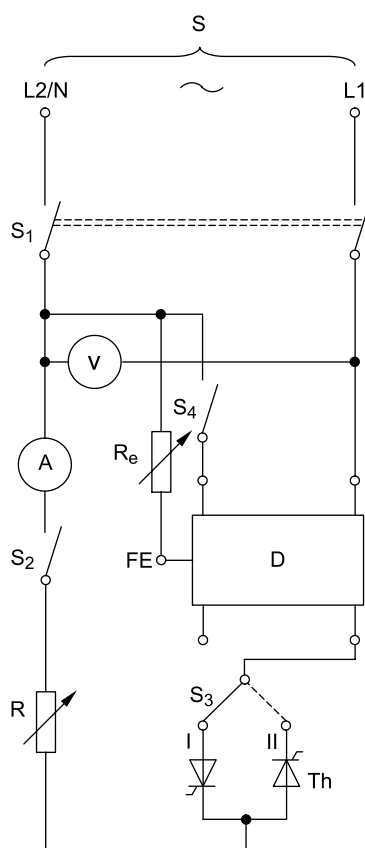
Figure 12 – Test cycle for low temperature test



Key

D	SRCD under test
S	Supply
S ₁	Switch
V	Voltmeter
R ₁	Resistor
FE	Functional earth

Figure 13 – Measurement of the standing FE/PE current

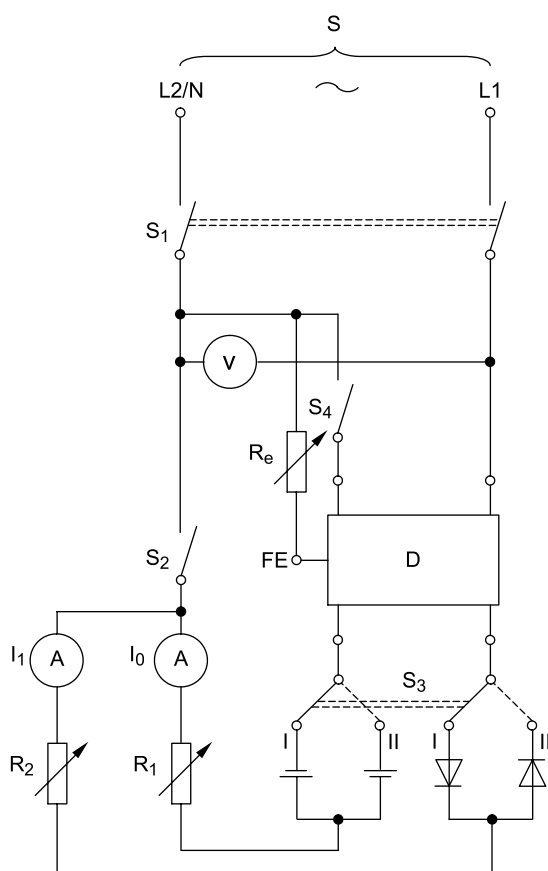


IEC 114/11

Key

S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter (measuring r.m.s. values)
D	SRCD under test
R	Variable resistor
R_e	150 Ω resistor
Th	Thyristor
S_1	Two-pole switch
S_2	Single-pole switch
S_3	One-pole two-way switch
S_4	Single pole switch
FE	Functional earth

Figure 14 – Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents

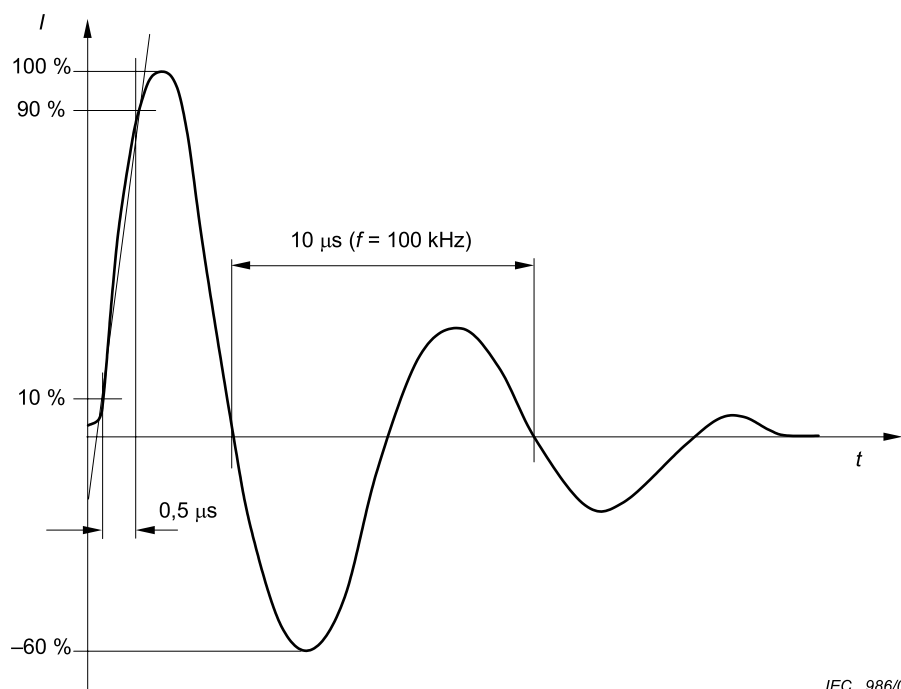


IEC 115/11

Key

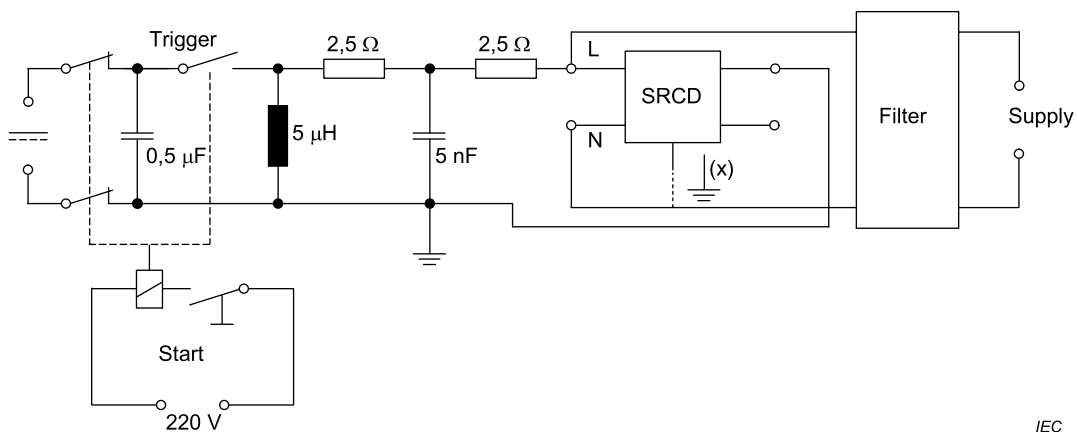
S	Supply
V	Voltmeter
A	Ammeter (measuring r.m.s. values)
D	SRC under test
R_e	Variable resistor
R_1	Variable resistor
R_2	Variable resistor
D_i	Diode
S_1	Two-pole switch
S_2	Single-pole switch
S_3	Two-pole two-way switch
S_4	Single pole switch
FE	Functional earth

Figure 15 – Test circuit for the verification of the correct operation of SRCDs, in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current



IEC 986/08

Figure 16 – Damped oscillator current wave 0,5 μs/100 kHz

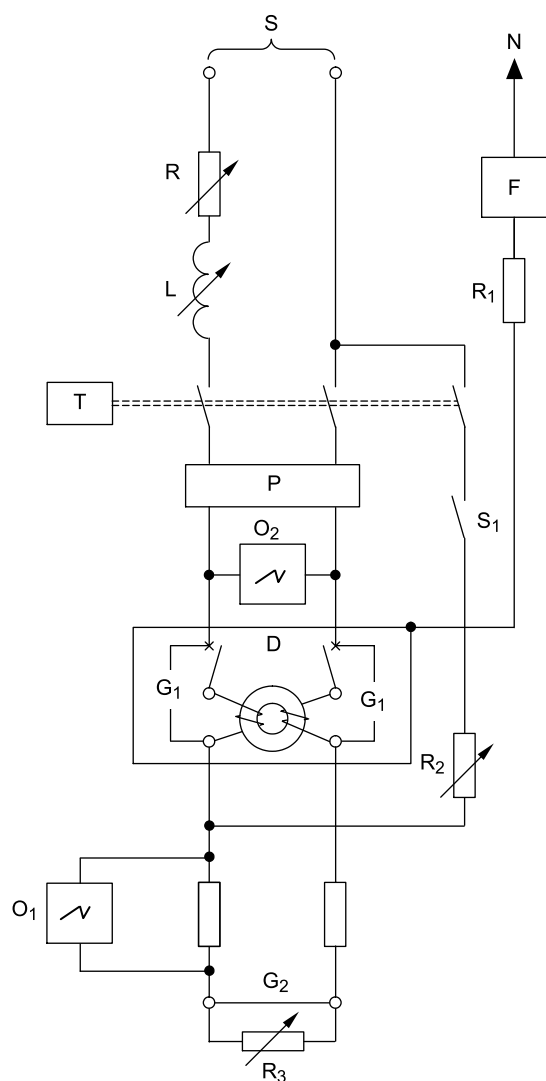


IEC 116/11

Key

(x) Earthing terminal connected to the neutral conductor if marked on the SRCD

Figure 17 – Example of test circuit for the verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs

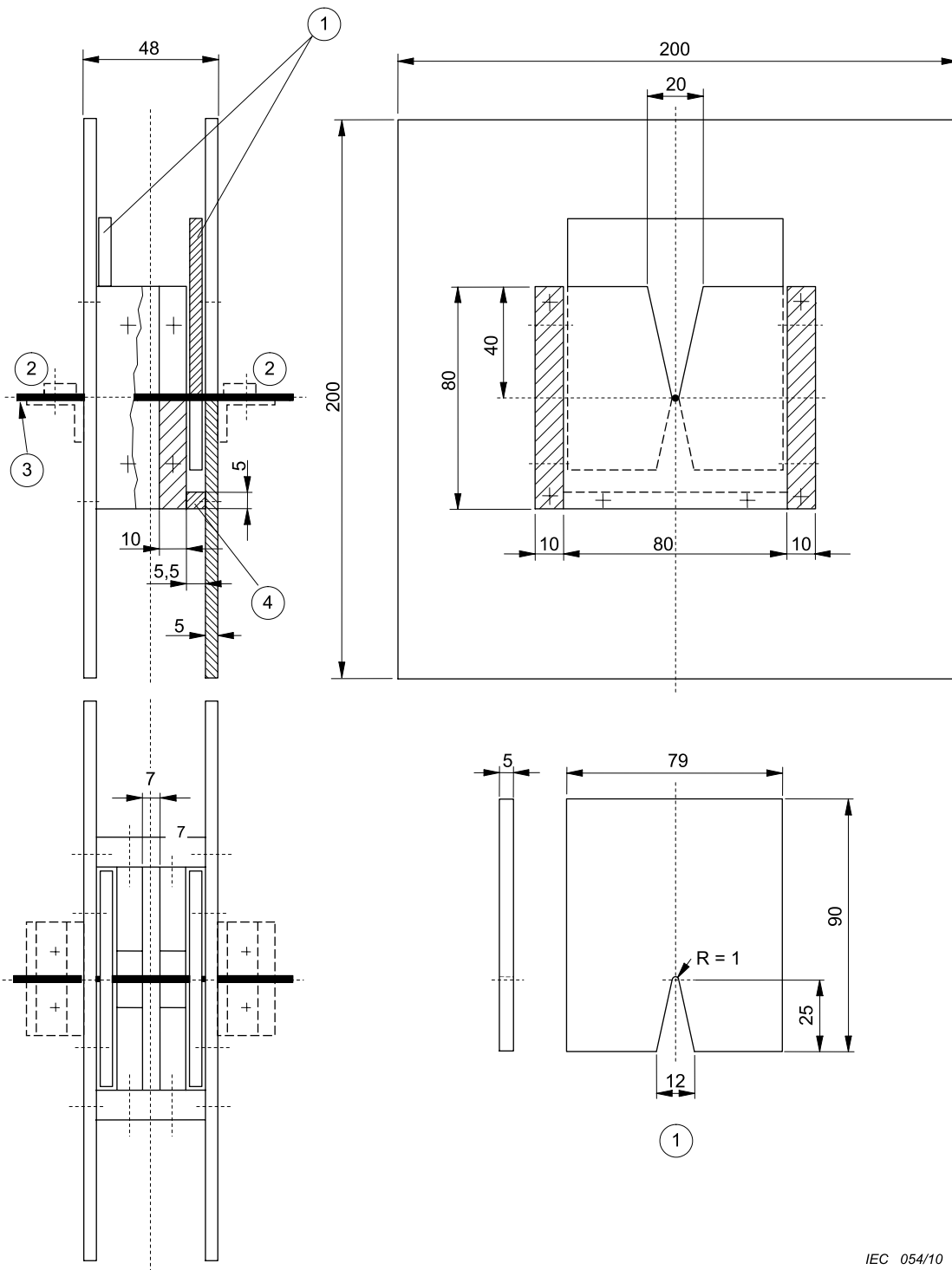


IEC 117/11

Key

N	Neutral conductor
S	Supply
R	Adjustable resistor
L	Adjustable reactor
P	Short-circuit protective device (SCP)
D	SRCD under test
G ₁	Temporary connections for calibration
G ₂	Connection for the test with rated conditional short-circuit current
T	Device making the short-circuit
O ₁	Recording current sensor
O ₂	Recording voltage sensor
F	Device for the detection of a fault current in the device F
R ₁	Resistor limiting the current in the device F
R ₂	Adjustable resistor for the calibration I_{Δ}
R ₃	Additional adjustable resistor to obtain current below the rated conditional short-circuit current
S ₁	Switch

Figure 18 – Test circuit for the verification of the rated making and breaking capacity and of the coordination



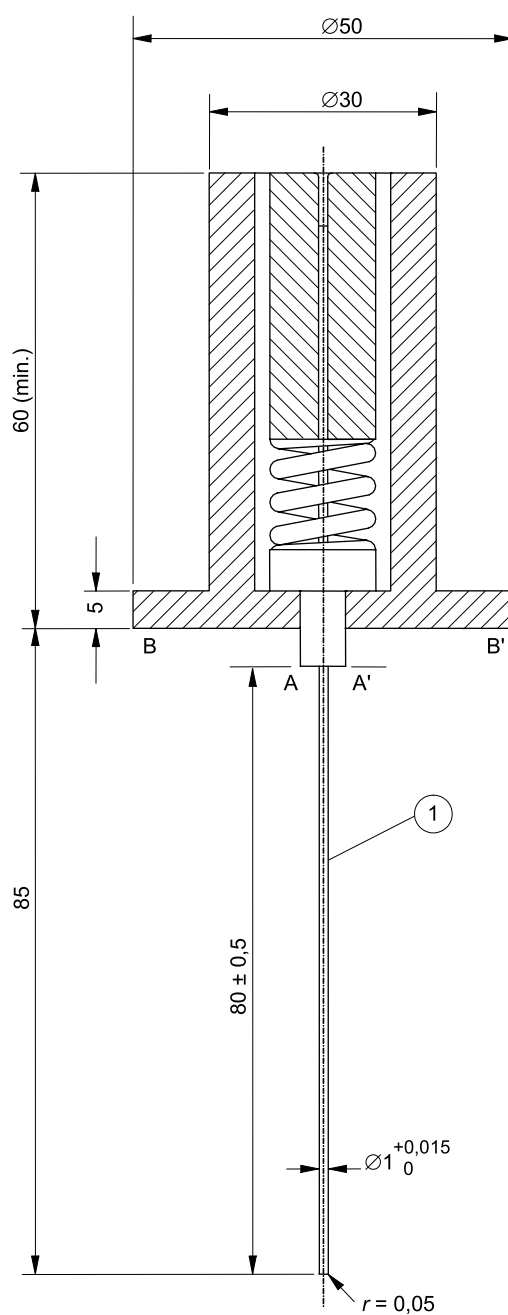
IEC 054/10

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Gliding plate
- 2 Terminal
- 3 Silver wire
- 4 Stop for gliding plate

Figure 19 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the SRCD (9.15.2.1 a))



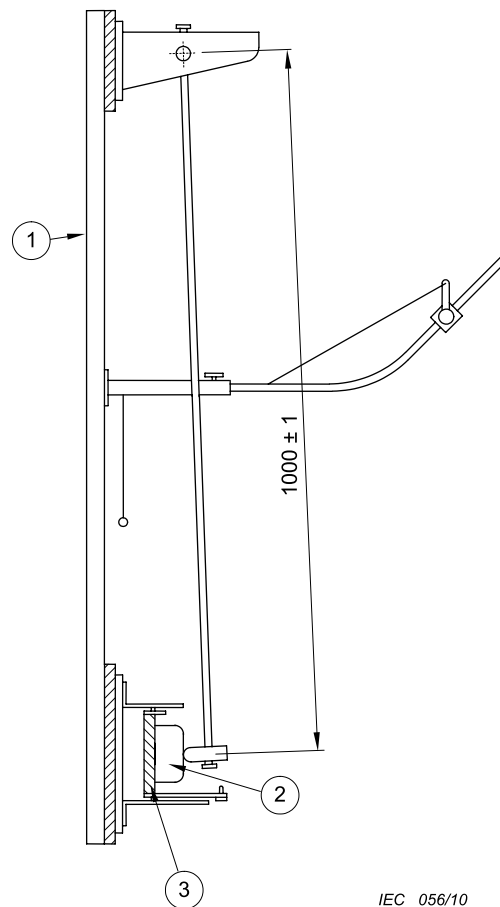
IEC 118/11

Dimensions in millimetres

Key

1 Rigid steel wire

Figure 20 – Gauge for checking non-accessibility of live parts

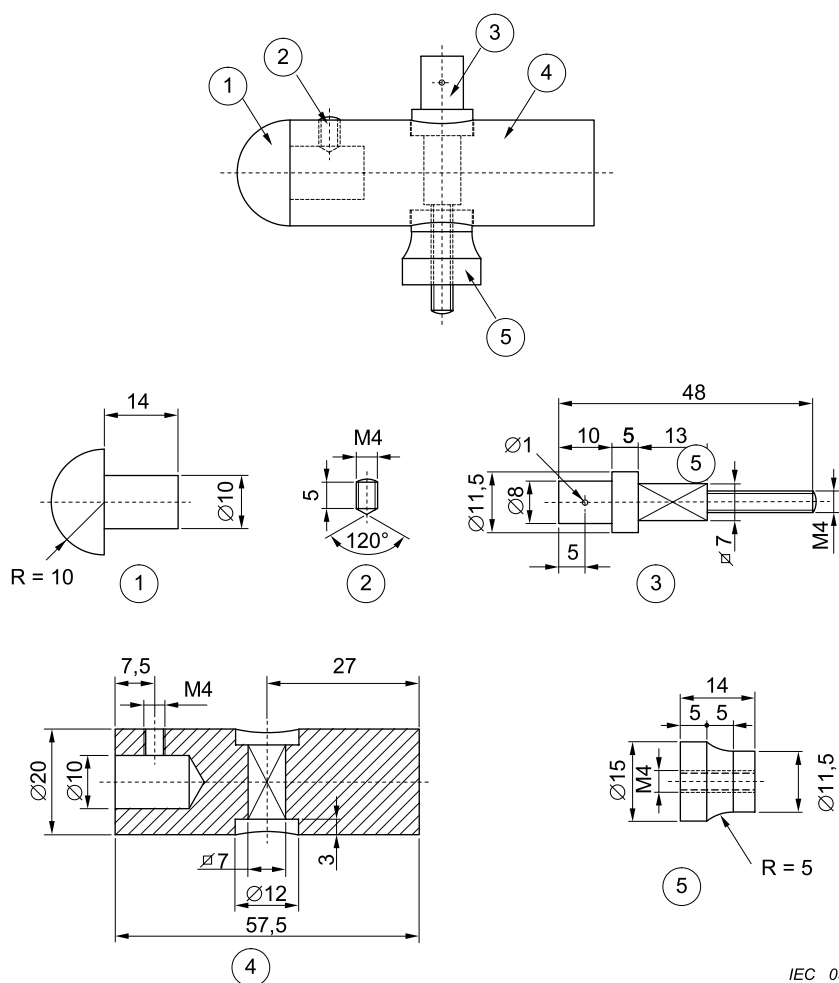


Dimensions in millimetres

Key

- 1 Frame
- 2 Specimen
- 3 Mounting support

Figure 21 – Impact-test apparatus



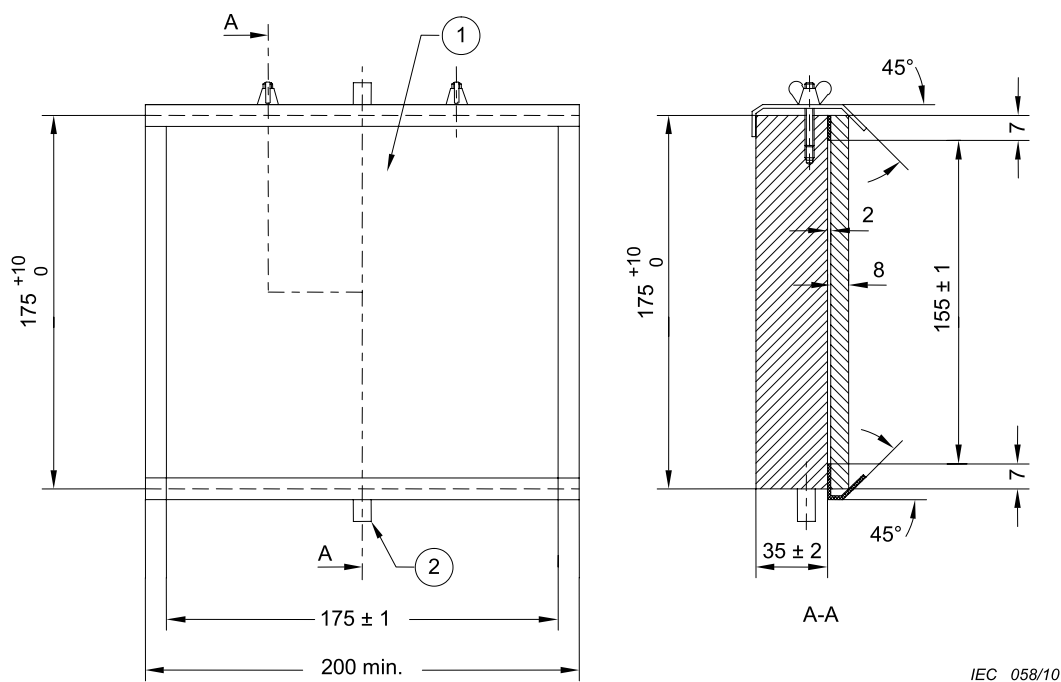
IEC 057/10

Dimensions in millimetres

Key

- 1 Polyamide
- 2, 3, 4, 5 Steel Fe 360

Figure 22 – Details of the striking element

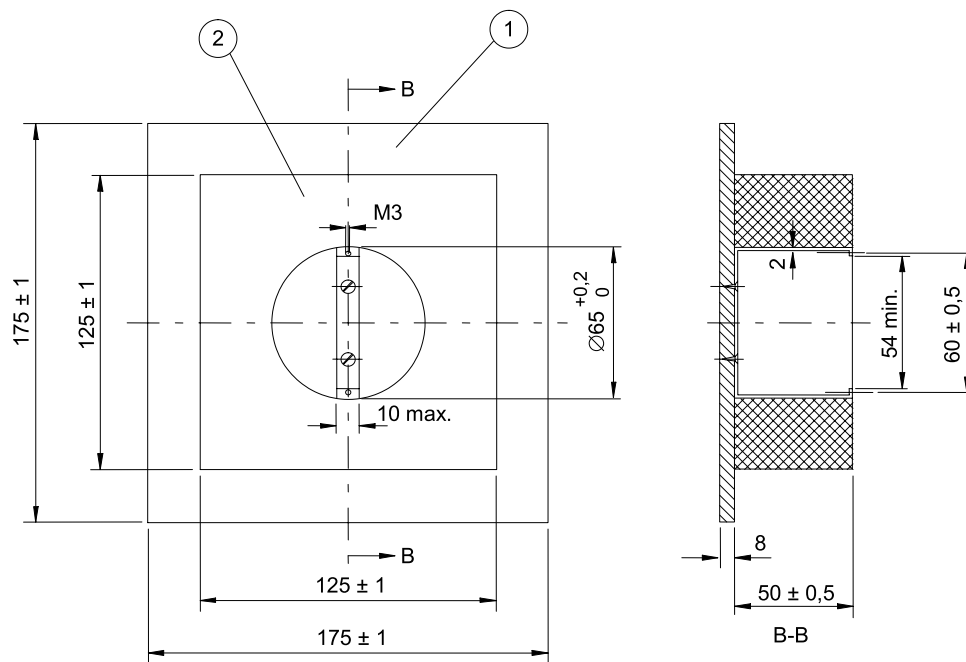


Dimensions in millimetres

Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Pivot

Figure 23 – Mounting support for specimens



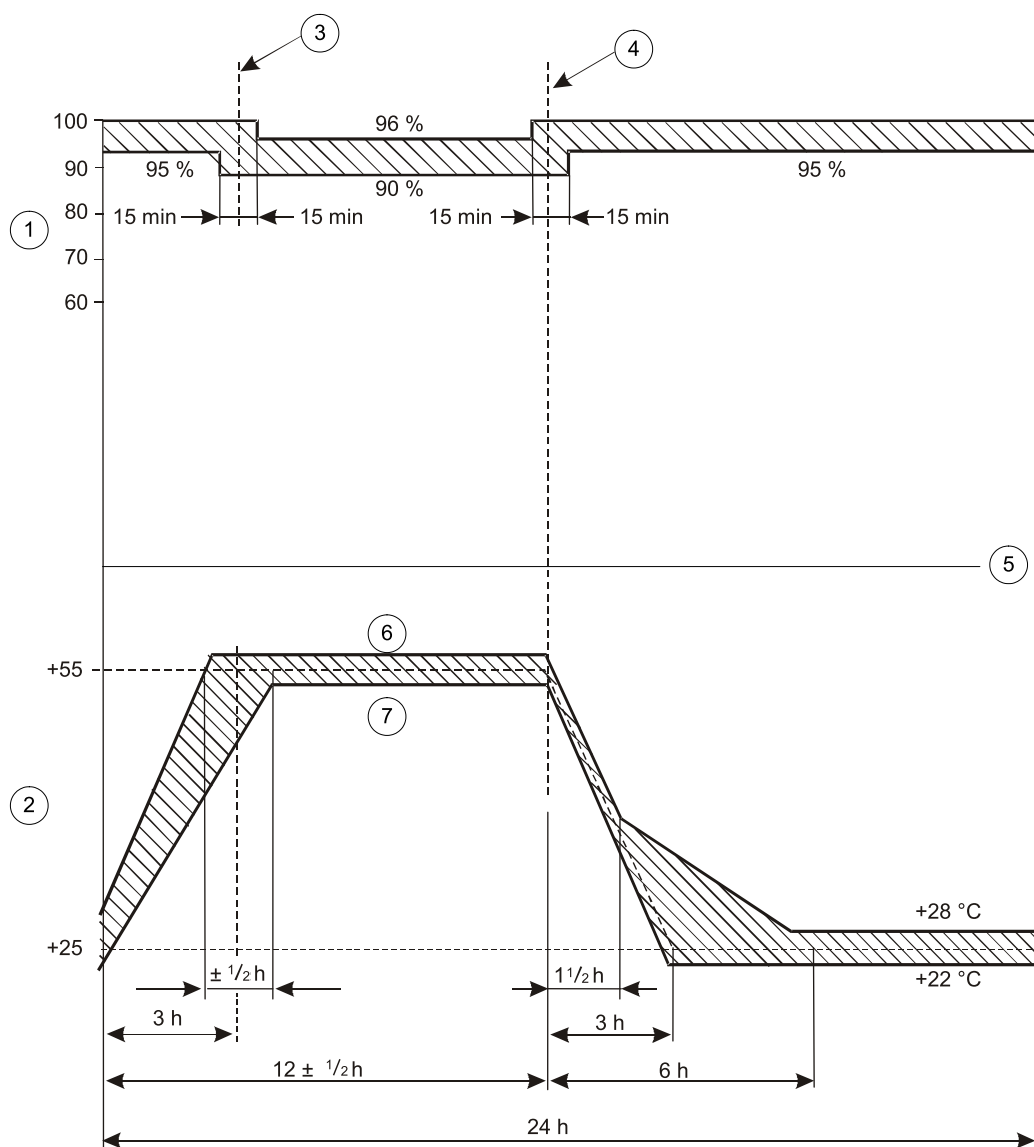
Dimensions in millimetres

Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Block of hornbeam

The dimensions of the recess in the hornbeam block are given as an example. More general dimensions are under consideration.

Figure 24 – Mounting block for flush-type SRCDs

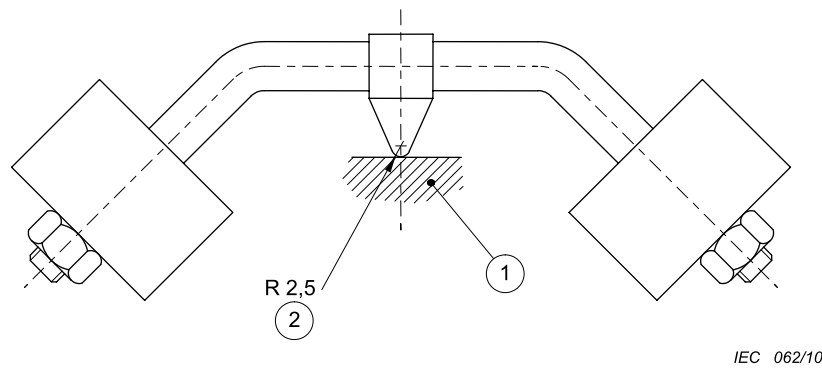


IEC 066/10

Key

- 1 Relative humidity (%)
- 2 Ambient 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 25 – Reliability test cycle



Dimensions in millimetres

Key

- 1 Sample
- 2 Spherical

Figure 26 – Ball-pressure test apparatus

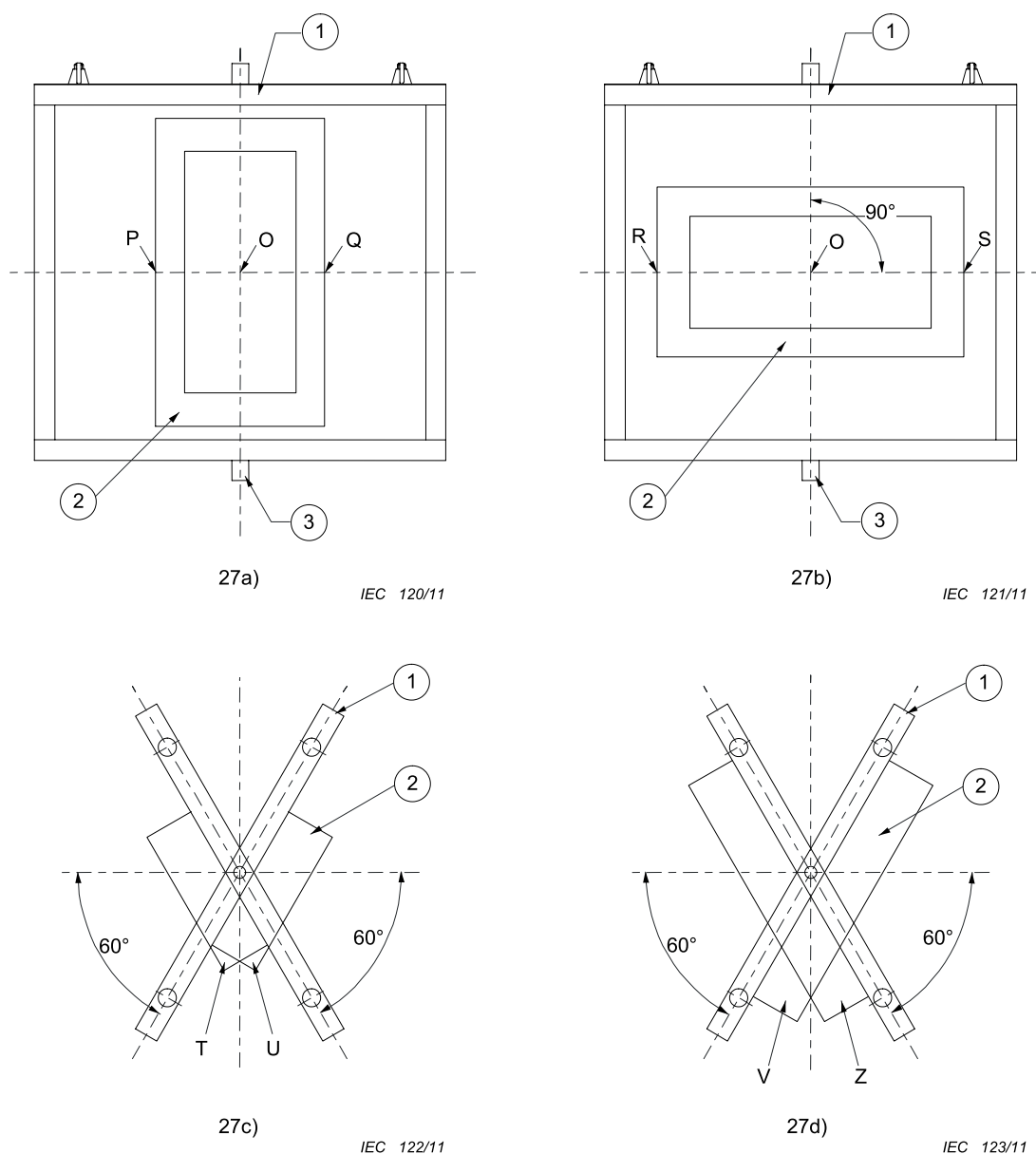
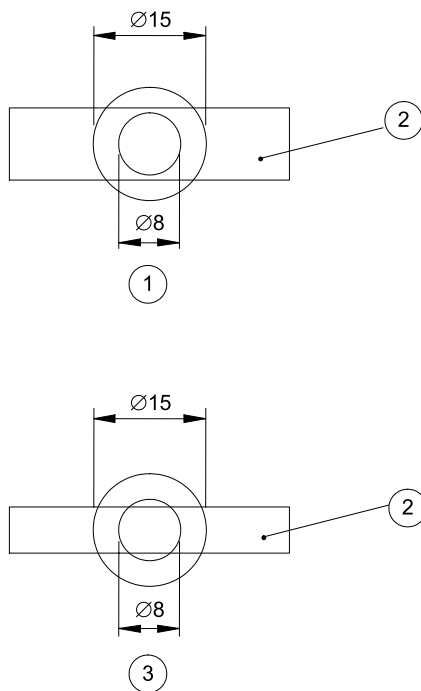


Figure 27 – Sketches and table showing the application of the blows



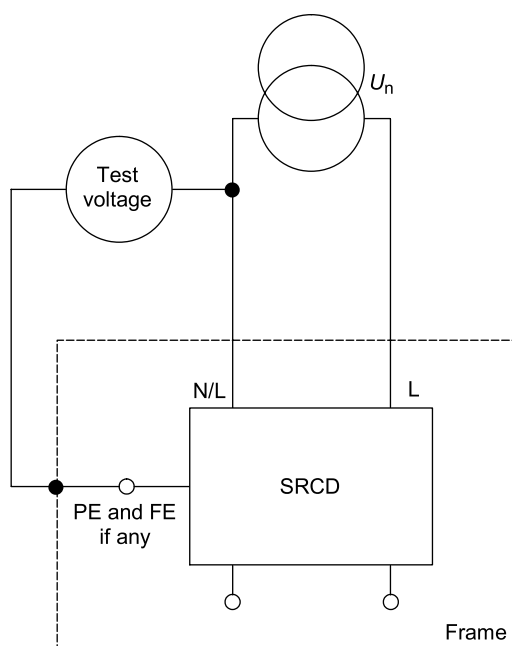
IEC 124/11

Dimensions in millimetres

Key

- 1 To be tested
- 2 Specimen
- 3 No test is required

Figure 28 – Diagrammatic representation of 9.22



IEC 125/11

The test voltage and U_n shall be in phase.

Figure 29 – Test circuit for the verification of TOV withstand (9.25)

Annex A (normative)

Test sequence and number of samples to be submitted for certification purposes

A.1 General

The term certification denotes either

- declaration of conformity by the manufacturer, or
- third party certification, e.g. by an independent testing station.

A.2 Test sequences

The tests are made according to Table A.1, the tests in each sequence being carried out in the order indicated.

Table A.1 – Test sequences

Test sequence	Clause or Subclause	Test (or inspection)
A	9.2	Marking and test of indelibility of marking
	9.3	Verification of the trip-free mechanism
	9.6	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections
	9.7	Screwed and screwless terminals
	9.20	Protection against electric shock
	9.21	Resistance to heat
	8.3.2	Creepage and clearances
	9.22	Resistance to abnormal heat and to fire
B ₀	9.12	Resistance to humidity
	9.13	Test of dielectric properties
	9.11.3.1	Temperature rise test for SRCD classified according to 4.2.1, 4.2.2 and 4.2.3
	9.11.3.2	Additional temperature rise test for SRCD classified according to 4.2.1 b)
	9.16	Verification of resistance of the SRCD against impulse voltages
	9.19.2	Test with temperature of 40 °C
	9.24	Verification of ageing of electronic components
B ₁	9.26	Verification of the limiting value of FE/PE standing current
	9.25	Verification of the behaviour of the SRCD under temporary overvoltages (TOV) conditions
C ₀	9.17	Mechanical and electrical endurance
C ₁	9.15.3	Verification of the making and breaking capacity of the socket-outlet of the SRCD, classified according to 4.2.1
D ₀	9.8	Verification of the operating characteristics of type AC and type A SRCDs.
	9.9	Verification of the behaviour of SRCDs classified according to 4.2.1 b) in the case of miswiring
	9.4	Tests replacing verifications of creepage distances and clearances for electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position
	9.5	Requirements for capacitors and specific resistors and inductors used in electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position
D ₁	9.23.1	Verification of the operating characteristic under overcurrent conditions as applicable.
	9.14.2	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages for SRCDs of $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A
	9.10	Verification of the test device
	9.15.2.3	Verification of the rated residual short-circuit making and breaking capacity $I_{\Delta m}$
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after test
	9.18	Resistance to mechanical shock
E ₁ ^a	9.15.2.4 a)	Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})
	9.15.2.2	Verification of the rated making and breaking capacity (I_m)
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after test
E ₂ ^a	9.15.2.4 b)	Verification of the coordination at the rated making and breaking capacity (I_m)
	9.15.2.4 c)	Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)
	9.15.2.1 i)	Condition of the SRCD after tests

Test sequence	Clause or Subclause	Test (or inspection)
F ₁ ^a	9.23.2.1	Test at 1 500 A
	9.23.3	Condition of the SRCD after tests
F ₂ ^a	9.23.2.2	Test at rated short-circuit capacity (I _{cn})
	9.23.3	Condition of the SRCD after tests
G	9.19.1	Climatic test
EMC ₁	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 4 -T1.1 Harmonics, interharmonics
		IEC 61543:1995, Table 4 -T1.2 Signalling voltages
		IEC 61543:1995, Table 5 -T2.3 Conducted unidirectional transients of the ms and μs time scale
EMC ₂	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 5 -T2.1 Conducted oscillatory voltages or currents and T2.5 Radiated high-frequency phenomena-
		IEC 61543:1995, Table 5 -T2.2 Fast transients (bursts) Common mode
EMC ₃	9.14.1	IEC 61543:1995, Table 5 – T2.6 Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz
		IEC 61543:1995, Table 6 -T3.1 Electrostatic discharges
^a Test sequences E or F apply according to the relevant classification according to 4.9.		

A.3 Number of samples to be submitted for full test procedure

If one current rating and one residual operating current rating of one type of SRCD only is submitted for test, the number of samples to be submitted to the different test series is the number indicated in Table A.2 where the minimum performance criteria are also indicated.

If all samples submitted according to the second column of Table A.2 pass the tests, the compliance with the standard is met. If only the minimum number given in the third column passes the tests, additional samples as shown in the fourth column shall be tested and all shall then satisfactorily complete the test sequence.

For SRCDs having only one rated current but more than one residual operating current, two separate sets of samples shall be submitted to each test sequence: one at the highest residual operating current, the other at the lowest residual operating current.

Table A.2 – Number of samples for full test procedure

Test sequence	No of samples	Minimum number of samples which shall pass the test ^a _b	Maximum number of samples for repeated tests ^c
A	1	1	
B ₀	3	2	3
B ₁	3	2	3
C ₀	3	2	3
C ₁	3	2	3
D ₀	3	2 ^d	3
D ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₂ ^g	3	2 ^d	3
F ₁ ^g	3	2 ^e	3
F ₂ ^g	3	2 ^e	3
G	3	2	3
EMC ₁ ^f	3	2	3
EMC ₂ ^f	3	2	3
EMC ₃ ^f	3	2	3
^a In total, a maximum of three test sequences may be repeated. ^b It is assumed that a sample which has not passed a test has not met the requirements due to workmanship or assembly defects which are not representative of the design. ^c In the case of repeated tests, all test results shall be acceptable. ^d No failures are permitted during the tests of 9.8.3, 9.8.4, 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) and 9.15.2.4 c) as appropriate. ^e All samples shall meet the requirements of 9.23.2.1 and 9.23.2.2 ^f On request of the manufacturer the same set of samples may be subjected to more than one of these test sequences. ^g For SRCDs classified according to 4.2.1 b) the number of samples is doubled.			

A.4 Simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of SRCDs of the same fundamental design.

A.4.1 General

SRCDs can be considered to be of the same fundamental design if all of the following conditions are met:

- they have the same basic design according to the classification;
- the residual current operating means have identical tripping mechanisms and identical relays or solenoids except for the variations permitted in c) and d) below;
- the materials, finish and dimensions of the internal current-carrying parts are identical other than the variations detailed in a) below;
- the terminals are of similar design (see b) below);
- the contact size, material, configuration and method of attachment are identical;
- the manual operating mechanism, materials and physical characteristics are identical;
- the moulding and insulating materials are identical;

- h) the method, materials and construction of the switching device are identical;
- i) the basic design of the residual current sensing device is identical, for a given type of characteristic, other than the variations permitted in c) below;
- j) the basic design of the residual current tripping device is identical except for the variations permitted in d) below;
- k) the basic design of the test device is identical except for the variations permitted in e) below.

The following variations are permitted provided that the SRCDs comply in all other respects with the requirements detailed above;

- 1) cross-sectional area of the internal current-carrying connections and lengths of the primary toroid connections;
- 2) size of terminals;
- 3) number of turns and cross-sectional area of the windings and the size and material of the core of the differential transformer;
- 4) the sensitivity of the relay and/or the associated electronic circuit, if any;
- 5) the ohmic value of the means to produce the maximum ampere-turns necessary to conform to the tests of 9.10.

A.4.2 Simplified test procedure

For SRCDs of the same fundamental design and of the same classification having different current ratings and/or rated residual operating current, the number of samples to be tested may be reduced according to Table A.3.

Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure

Test sequence	Number of samples ^{a b}
A	1 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
B ₀	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
B ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
C	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₀	1 for all other ratings of $I_{\Delta n}$ with max. I_n
E ₁ and F ₁	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₁ ^c	1 for all other ratings I_n with min. $I_{\Delta n}$
E ₂ and F ₂	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$ 3 min. rating I_n max. rating $I_{\Delta n}$
G	3 max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₁	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₂	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
EMC ₃	3 any rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
^a If a test is to be repeated according to the minimum performance criteria of Clause A.2, a new set of samples is used for the relevant test. In the repeated test all test results shall be acceptable. ^b If only one value of $I_{\Delta n}$ is submitted, min. rating $I_{\Delta n}$ and max. rating $I_{\Delta n}$ are replaced by $I_{\Delta n}$. ^c For this sequence, only the test of 9.23.1 is required.	

Annex B (normative)

Determination of clearances and creepage distances

In determining clearances and creepage distances, it is recommended that the following points should be considered.

If a clearance or creepage distance is influenced by one or more metal parts, the sum of the sections should have at least the prescribed minimum value.

Individual sections less than 1 mm in length should not be taken into consideration in the calculation of the total length of clearances and creepage distances.

In determining creepage distance

- grooves at least 1 mm wide and 1 mm deep should be measured along their contour;
- grooves having any dimension less than these dimensions should be neglected;
- ridges at least 1 mm high
 - a) are measured along their contour, if they are integral parts of a component of insulating material (for instance by moulding, welding or cementing);
 - b) are measured along the shorter of the two following paths: along the joint or along the profile of the ridge, if the ridges are not integral parts of a component of insulating material.

The application of the foregoing recommendations is illustrated by the following figures:

- Figures B.1, B.2 and B.3 indicate the inclusion or exclusion of a groove in a creepage distance;
- Figures B.4 and B.5 indicate the inclusion or exclusion of a ridge in a creepage distance;
- Figure B.6 illustrates how to take into account a joint when the ridge is formed by an inserted insulating barrier, the outside profile of which is longer than the length of the joint;
- Figures B.7, B.8, B.9 and B.10 illustrate how to determine the creepage distance in the case of fixing means situated in recesses in insulating parts of insulating material.

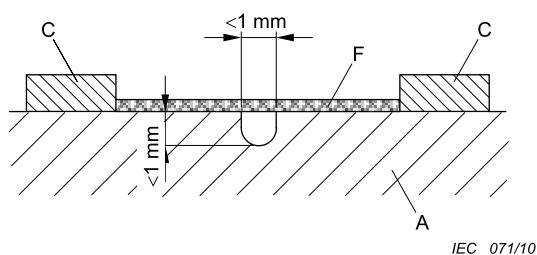


Figure B.1

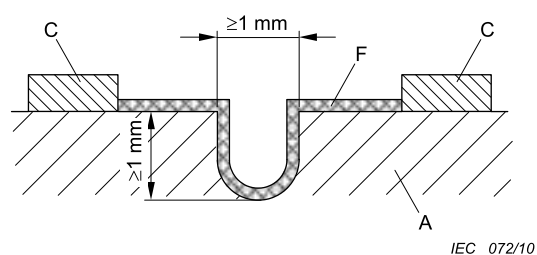


Figure B.2

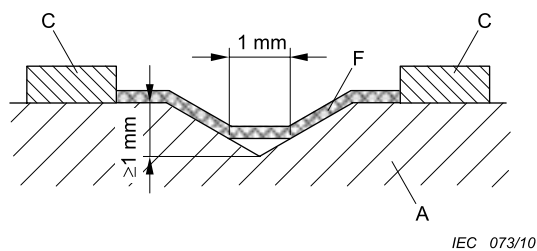


Figure B.3

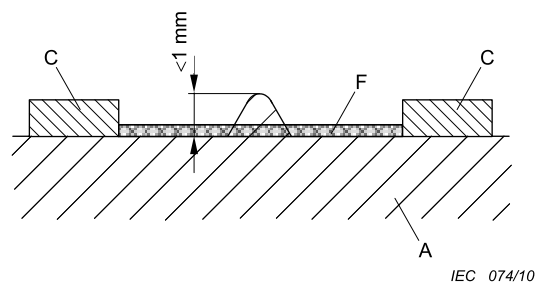


Figure B.4

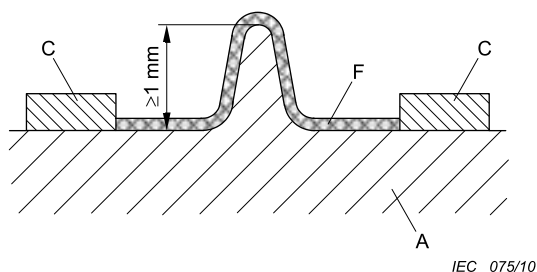


Figure B.5

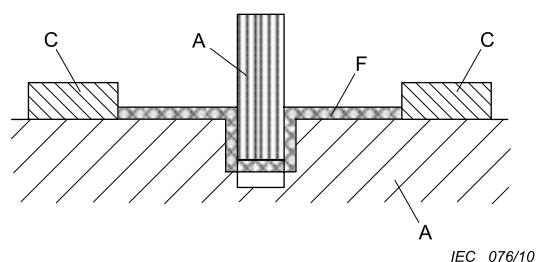


Figure B.6

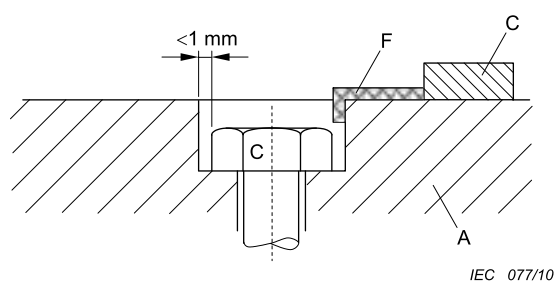


Figure B.7

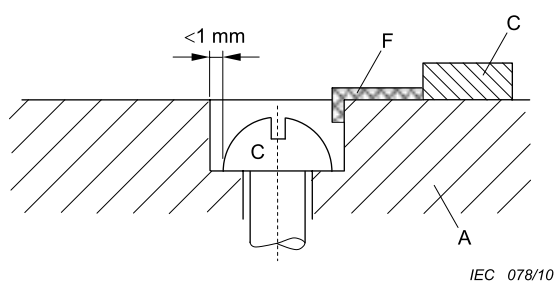


Figure B.8

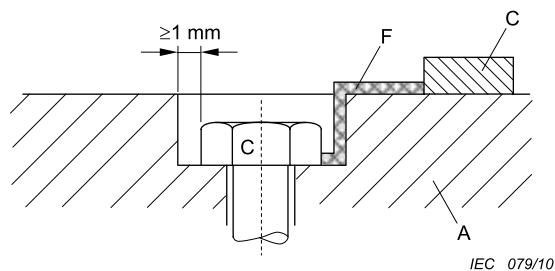


Figure B.9

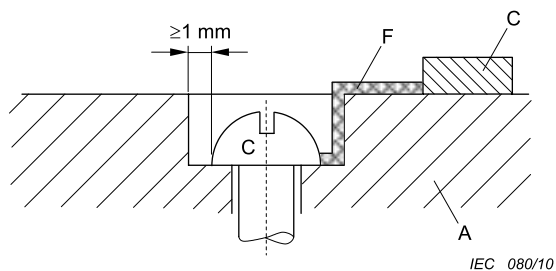


Figure B.10

Key

- A insulating material
- C conducting part
- F creepage distance

Figures B.1 to B.10 – Illustrations of the application of creepage distances

Annex C
(informative)

**Approximate relationship between cross-sectional area in mm²
and AWG sizes**

Cross-sectional area mm ²	AWG	
	Size	Approximate equivalent metric area mm ²
0,20	24	0,21
0,34	22	0,32
0,50	20	0,5
0,75	18	0,8
1,00	–	–
1,50	16	1,3
2,50	14	2,1
4,00	12	3,3
6,00	10	5,3

Annex D (normative)

Routine tests

D.1 General

The tests specified in this standard are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture. In general, more tests have to be made to ensure that every SRCD conforms with the samples that withstood the tests of this standard, according to the experience gained by the manufacturer.

D.2 Tripping test

A residual current is passed through each pole of the SRCD in turn. The SRCD 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 1). The test current shall be applied at least five times on each SRCD 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 SRCD in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the SRCD is in the closed position;
- b) for SRCDs not incorporating electronic components, with the SRCD in the closed position, between each pole in turn and the others connected together;
- c) for SRCDs incorporating electronic components, with the SRCD in the open position, either between all incoming terminals of poles in turn or between all outgoing terminals at poles in turn, depending on the position of the electronic components.

No flashover or breakdown shall occur.

D.4 Performance of the test device

With the SRCD in the closed position, and connected to a supply at the appropriate voltage, the test device, when operated, shall open the SRCD.

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 of 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 d.c. components

The angle φ may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows:

- a) The formula for the d.c. component is:

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of d.c. components at the instant t ;
- i_{do} is the value of the d.c. component at the instant taken as time origin;
- L/R is the time-constant of the circuit, in seconds;
- t is the time, in seconds, taken from the initial instant;
- e is the base of the Neperian logarithms.

The time-constant L/R can be ascertained from the above formula as follows:

- 1) measure the value of i_{do} at the instant of short-circuit and the value of i_d at an other instant t before the contact separation;
- 2) determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by i_{do} ;
- 3) from a table of values of e^{-x} determine the value of $-x$ corresponding to the ratio of i_d/i_{do} ;
- 4) the value x represents Rt/L from which L/R is obtained.

- b) Determine the angle from:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

E.3 Methods 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.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 411: Rotating machinery*

IEC 60050-426:2008, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 426: Equipment for explosive atmospheres*

IEC 60050-441:2000, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-442:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 442: Electrical accessories*

IEC 60050-471:2007, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 471: Insulators*

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

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60439-3, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 3: Particular requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies intended to be installed in places where unskilled persons have access for their use – Distribution boards*

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

IEC 60670-24:2005, *Boxes and enclosures for electrical accessories for household and similar fixed electrical installations – Part 24: Particular requirements for enclosures for housing protective devices and similar power consuming devices*

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

IEC 61008 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs)*

IEC 61009 (all parts), *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs)*

IEC 61084 (all parts), *Cable trunking and ducting systems for electrical installations*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61534 (all parts), *Powertrack systems*

ISO 306, *Plastics – Thermoplastic materials – Determination of Vicat softening temperature (VST)*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	139
INTRODUCTION	141
1 Domaine d'application	142
2 Références normatives	143
3 Termes et définitions	144
3.1 Définitions relatives aux courants circulant des parties actives à la terre	144
3.2 Définitions relatives à l'alimentation d'un dispositif à courant différentiel résiduel	145
3.3 Définitions relatives à la commande et aux fonctions du dispositif à courant différentiel résiduel	145
3.4 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation	147
3.5 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence	150
3.6 Définitions relatives aux conditions de fonctionnement	150
3.7 Définitions relatives aux essais	151
3.8 Définitions générales relatives au courant différentiel résiduel	151
4 Classification	152
4.1 Classification selon le comportement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.1.1 DDRPC ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.1.2 DDRPC s'ouvrant automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation	152
4.2 Classification selon la conception	152
4.2.1 DDRPC comprenant un DDR incorporé à un ou des socles fixes	152
4.2.2 DDRPC comprenant un DDR destiné à être associé à des socles fixes au sein de la même boîte de montage ou à l'intérieur de deux boîtes compatibles adjacentes	153
4.2.3 DDRPC comprenant un DDR incorporé à une unité de connexion destinée à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.) immédiatement adjacent au DDRPC	153
4.3 Classification selon le comportement en présence de composantes continues	153
4.4 Classification selon la disposition de mise à la terre	153
4.5 Classification selon la conception de la plaque de recouvrement	153
4.6 Classification selon la méthode de montage	153
4.7 Classification selon les conditions d'environnement	153
4.7.1 Classification selon le degré de protection contre la pénétration de corps étrangers solides	153
4.7.2 Classification selon le degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable	154
4.7.3 Classification selon la plage de températures de l'air ambiant	154
4.8 Classification selon le type de bornes	154
4.9 Classification selon la protection contre les surintensités	154
5 Caractéristiques des DDRPC	154
5.1 Énumération des caractéristiques	154

5.2	Caractéristiques communes à tous les dispositifs à courant différentiel résiduel de socles	155
5.2.1	Courant assigné (I_n)	155
5.2.2	Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	155
5.2.3	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	155
5.2.4	Tension assignée (U_n)	155
5.2.5	Fréquence assignée	155
5.2.6	Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	155
5.2.7	Caractéristiques de fonctionnement en cas de courant différentiel	155
5.3	Caractéristiques spécifiques aux DDRPC selon la protection contre les surintensités (voir 4.9)	156
5.3.1	DDRPC classés selon 4.9 a), 4.9 b) et 4.9 c) 1)	156
5.3.2	Pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn}) pour DDRPC classé selon 4.9 c) 2)	156
5.4	Valeurs préférentielles ou normalisées	157
5.4.1	Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)	157
5.4.2	Valeurs normalisées du courant assigné (I_n)	157
5.4.3	Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	157
5.4.4	Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	157
5.4.5	Valeurs normalisées de la fréquence assignée	157
5.4.6	Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	157
5.4.7	Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	158
5.4.8	Valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	158
5.4.9	Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)	158
5.4.10	Valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})	158
5.4.11	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement	158
5.5	Domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)	159
6	Marquage et autres informations sur le produit	159
6.1	Généralités	159
6.2	Marquage complémentaire pour bornes sans vis	161
6.3	Marquage complémentaire des DDRPC avec connexion FE	161
7	Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation	161
8	Exigences de construction et de fonctionnement	162
8.1	Généralités	162
8.2	Informations et marquage	162
8.3	Conception mécanique et électrique	163
8.3.1	Mécanisme	163
8.3.2	Distances d'isolement et lignes de fuite	163
8.3.3	Courant permanent dans le FE	165
8.3.4	Vis, parties transportant le courant et les connexions	165
8.3.5	Bornes	166
8.4	Caractéristiques de fonctionnement	166
8.4.1	Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel	166

8.4.2	Fonctionnement en réponse à la présence d'un courant différentiel dont la valeur est supérieure ou égale à la valeur du courant $I_{\Delta n}$	167
8.5	Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage	167
8.6	Appareil d'essai.....	167
8.7	Echauffement	168
8.8	Résistance à l'humidité.....	168
8.9	Propriétés diélectriques.....	168
8.10	Conformité CEM et déclenchements indésirables	169
8.10.1	CEM	169
8.10.2	Résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant produites par des ondes de surtension pour des DDRPC de valeur $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A	169
8.11	Comportement des DDRPC en cas de surintensité	169
8.11.1	Pour tous les DDRPC	169
8.11.2	Comportement des DDRPC classés selon 4.9 c) en cas de surintensité.....	169
8.11.3	Zone temps-surtension normalisée pour les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2).....	169
8.12	Résistance de l'isolation aux tensions de choc	171
8.13	Endurance mécanique et électrique.....	171
8.14	Résistance au choc mécanique	171
8.15	Fiabilité	171
8.16	Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC	171
8.16.1	Inaccessibilité des parties actives.....	171
8.16.2	Boutons accessibles, organes de manœuvre, etc.	171
8.16.3	Les parties accessibles des DDRPC	172
8.16.4	Degré de protection IP des DDRPC	172
8.17	Résistance à la chaleur	173
8.18	Résistance à la chaleur anormale et au feu	173
8.19	Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant	173
8.20	Résistance aux surtensions temporaires	173
9	Essais	174
9.1	Généralités.....	174
9.1.1	Conditions d'essai	174
9.1.2	Vérification des caractéristiques des DDRPC	174
9.2	Marquage et vérification de l'indélébilité du marquage.....	175
9.3	Vérification du mécanisme à déclenchement libre	176
9.3.1	Conditions générales d'essai	176
9.3.2	Procédure d'essai	176
9.4	Essai pour la vérification des circuits électroniques	176
9.5	Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques	177
9.5.1	Condensateurs	177
9.5.2	Résistances et inductances	178
9.6	Essai de fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions	179
9.7	Bornes à vis et bornes sans vis	180
9.7.1	Bornes à vis pour conducteurs extérieurs en cuivre	180
9.7.2	Bornes sans vis pour conducteurs extérieurs en cuivre.....	185

9.8	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A.....	192
9.8.1	Circuit d'essai.....	192
9.8.2	Vérification du comportement en cas de défaillance de la tension d'alimentation.....	192
9.8.3	Essais à vide avec des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux à la température de référence de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$	193
9.8.4	Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence.....	194
9.8.5	Vérification du fonctionnement correct aux limites de température avec et sans application de charge.....	194
9.8.6	Essais supplémentaires pour les DDRPC équipés d'un FE.....	195
9.8.7	Vérification du fonctionnement correct des DDRPC de type A aux courants différentiels avec composante continue.....	196
9.9	Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage.....	197
9.10	Vérification de l'appareil d'essai.....	197
9.10.1	Vérification du courant différentiel simulé.....	197
9.10.2	Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai.....	198
9.11	Vérification de la limite d'échauffement.....	198
9.11.1	Conditions d'essai.....	198
9.11.2	Température de l'air ambiant.....	199
9.11.3	Procédure d'essai.....	199
9.11.4	Mesure de l'échauffement des différentes parties.....	199
9.12	Résistance à l'humidité.....	199
9.12.1	Préparation du DDRPC pour essai.....	199
9.12.2	Conditions d'essai.....	199
9.12.3	Procédure d'essai.....	200
9.12.4	Etat du DDRPC après l'essai.....	200
9.13	Essai des propriétés diélectriques.....	200
9.13.1	Résistance d'isolement du circuit principal.....	200
9.13.2	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	201
9.13.3	Capacité de résister à des tensions continues élevées résultant des mesures d'isolement.....	201
9.14	Conformité CEM et déclenchements indésirables.....	202
9.14.1	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	202
9.14.2	Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$ (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie).....	202
9.15	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité.....	203
9.15.1	Liste des essais de surintensité.....	203
9.15.2	Essais de court-circuit.....	203
9.15.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classé selon 4.2.1.....	210
9.16	Vérification des distances dans l'air du DDRPC par l'essai de tenue aux tensions de choc.....	210
9.17	Endurance mécanique et électrique.....	212
9.17.1	Fonctionnement normal des socles du DDRPC.....	212
9.17.2	Essai de la partie DDR du DDRPC.....	212
9.18	Résistance au choc mécanique.....	214
9.18.1	Remarques introductives.....	214

9.18.2	Appareil d'essai de choc.....	214
9.18.3	DDRPC pour montage en saillie	217
9.18.4	Presse-étoupe à vis.....	217
9.18.5	DDRPC munis d'obturateurs	218
9.19	Fiabilité	218
9.19.1	Essai climatique	218
9.19.2	Essai à la température de 40 °C	220
9.20	Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC	220
9.20.1	Protection contre les chocs électriques.....	220
9.20.2	Degré de protection IP des DDRPC	222
9.21	Résistance à la chaleur	222
9.21.1	Remarques introductives	222
9.21.2	Conditionnement	222
9.21.3	Parties extérieures des DDRPC	222
9.21.4	Parties isolantes extérieures.....	223
9.22	Résistance à la chaleur anormale et au feu – Essai au fil incandescent.....	223
9.23	DDRPC avec protection contre les surintensités.....	224
9.23.1	Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité	224
9.23.2	Essais de court-circuit pour les DDRPC selon 4.9 c) 2)	225
9.23.3	Etat du DDRPC après les essais	226
9.24	Vérification du vieillissement des composants électroniques	227
9.25	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires	227
9.26	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE	228
9.26.1	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre est connecté	228
9.26.2	Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre n'est pas connecté	228
Annexe A (normative) Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre à essai à des fins de certification		253
Annexe B (normative) Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite		258
Annexe C (informative) Relation approximative entre les sections en mm ² et les tailles AWG.....		260
Annexe D (normative) Essais individuels		261
Annexe E (informative) Méthodes de détermination du facteur de puissance d'un court-circuit.....		262
Bibliographie.....		264
Figure 1 – Doigt d'épreuve articulé		229
Figure 2 – Circuit d'essai général.....		230
Figure 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension		231
Figure 4 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement.....		232
Figure 5 – Bornes à trou		233
Figure 6 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté.....		234
Figure 7 – Bornes à plaquette		235
Figure 8 – Bornes à capot taraudé		235

Figure 9 – Dispositif pour vérifier les dommages aux conducteurs	236
Figure 10 – Indications pour l'essai de déflexion	237
Figure 11 – Exemple de circuit d'essai avec courant et tension provenant de sources distinctes	238
Figure 12 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température	238
Figure 13 – Mesure du courant FE/PE de repos	239
Figure 14 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés	240
Figure 15 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé	241
Figure 16 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 µs/100 kHz	242
Figure 17 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC	242
Figure 18 – Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination	243
Figure 19 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales I^2t et I_p que le DDRPC doit supporter (9.16.2.1 a)	244
Figure 20 – Calibre de vérification de la non-accessibilité des parties actives	245
Figure 21 – Appareil d'essai de choc	246
Figure 22 – Détails de la pièce de frappe	247
Figure 23 – Support de montage des échantillons	248
Figure 24 – Bloc de montage des DDRPC pour montage encastré	248
Figure 25 – Cycle d'essai de fiabilité	249
Figure 26 – Appareil pour l'essai de pression à la bille	250
Figure 27 – Croquis et tableau illustrant l'application des coups	251
Figure 28 – Représentation schématique de 9.22	252
Figure 29 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance des surtensions temporaires (9.25)	252
Figures B.1 à B.10 – Illustrations de l'application des lignes de fuite	259
Tableau 1 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel alternatif	159
Tableau 2 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour un courant différentiel continu pulsé	159
Tableau 3 – Domaines de surintensité de déclenchement instantané	159
Tableau 4 – Position du marquage	160
Tableau 5 – Valeurs des grandeurs d'influence	162
Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales	164
Tableau 7 – Limites du courant de déclenchement	167
Tableau 8 – Valeurs des échauffements	168
Tableau 9 – Caractéristiques de fonctionnement temps-(sur)charge	170
Tableau 10 – Caractéristiques de fonctionnement instantané	170
Tableau 11 – Valeurs de résistance et durée des surtensions temporaires	173
Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés	174

Tableau 13 – Liste des essais de type	175
Tableau 14 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales	178
Tableau 15 – Diamètres des filetages et couples appliqués	179
Tableau 16 – Relation entre le courant assigné et les sections nominales des conducteurs en cuivre à connecter.....	180
Tableau 17 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre.....	182
Tableau 18 – Valeurs pour l'essai de traction appliqué aux bornes à vis	182
Tableau 19 – Constitution des conducteurs.....	183
Tableau 20 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis	184
Tableau 21 – Correspondance entre le courant assigné et les sections des conducteurs en cuivre raccordables des bornes sans vis	186
Tableau 22 – Valeur pour l'essai de traction aux bornes sans vis.....	188
Tableau 23 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre.....	188
Tableau 24 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques en usage normal sur les bornes sans vis	189
Tableau 25 – Sections nominales des conducteurs rigides en cuivre pour l'essai de déflexion des bornes sans vis	191
Tableau 26 – Forces pour l'essai de déflexion	191
Tableau 27 – Plages de courant de déclenchement pour les DDRPC en cas de courant continu pulsé.....	196
Tableau 28 – Essais à appliquer pour la CEM.....	202
Tableau 29 – Essais destinés à vérifier le comportement des DDRPC dans des conditions de surintensité	203
Tableau 30 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai	205
Tableau 31 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc entre pôles.....	211
Tableau 32 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc avec le support métallique	211
Tableau 33 – Section des conducteurs d'essai.....	212
Tableau 34 – Hauteur de chute pour les essais de choc	215
Tableau 35 – Valeurs du couple d'essai pour les presse-étoupe	217
Tableau A.1 – Séquences d'essais	253
Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	255
Tableau A.3 – Nombre d'échantillons pour la procédure d'essai simplifiée	257

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIFS À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL AVEC OU SANS
PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS POUR LES SOCLES
DE PRISES DE COURANT DESTINÉS À DES INSTALLATIONS
DOMESTIQUES ET ANALOGUES**

AVANT-PROPOS

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

DÉGAGEMENT DE RESPONSABILITÉ

Cette version consolidée n'est pas une Norme IEC officielle, elle a été préparée par commodité pour l'utilisateur. Seules les versions courantes de cette norme et de son(ses) amendement(s) doivent être considérées comme les documents officiels.

Cette version consolidée de l'IEC 62640 porte le numéro d'édition 1.1. Elle comprend la première édition (2011-01) [documents 23E/706/FDIS et 23E/713/RVD] et son amendement 1 (2015-05) [documents 23E/866/CDV et 23E/901/RVC]. Le contenu technique est identique à celui de l'édition de base et à son amendement.

Cette version Finale ne montre pas les modifications apportées au contenu technique par l'amendement 1. Une version Redline montrant toutes les modifications est disponible dans cette publication.

La Norme internationale IEC 62640 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.

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

Dans la présente norme, les caractères suivants sont employés:

- Exigences proprement dites: caractères romains.
- *Modalités d'essais: caractères italiques.*
- Notes: petits caractères romains.

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

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

INTRODUCTION

Les séries de normes IEC 61008 et IEC 61009 sont applicables aux dispositifs à courant différentiel résiduel comportant un à quatre pôles utilisés dans toute partie constitutive d'une installation électrique. Ces dispositifs peuvent être placés au point d'origine d'une installation complète ou en amont d'un ou de plusieurs circuits d'une installation fixe, en amont d'un circuit qui alimente un ou plusieurs socles, voire être intégrés à la même enveloppe tout comme un socle.

Ces dispositifs à courant différentiel résiduel sont capables d'assurer une protection contre les pannes (protection contre le contact indirect), une protection supplémentaire (protection contre le contact direct) si le courant différentiel assigné est inférieur ou égal à 30 mA, ainsi qu'une protection contre le risque d'incendie dû à un courant de fuite à la terre persistant sans recourir à la protection contre les surintensités. Les appareils qui satisfont aux exigences des séries de normes IEC 61008 ou IEC 61009 assurent l'isolation, résistent à des niveaux élevés de perturbations électromagnétiques pour des applications domestiques et analogues et permettent une utilisation en toute sécurité d'une installation électrique.

Bien que les séries de normes IEC 61008 et IEC 61009 puissent être applicables aux « dispositifs à courant différentiel résiduel incorporés à des socles », il est reconnu que ces dispositifs réclament différentes caractéristiques en raison de l'utilisation et de l'emplacement spécifique d'un socle, aux limites de l'installation fixe, immédiatement en amont d'un matériel électrique alimenté par une fiche enfichée dans le socle.

Le dispositif à courant différentiel résiduel placé au niveau du socle est principalement destiné à être installé par des personnes averties ou qualifiées. Il peut être actionné plusieurs fois par jour. La fonction d'isolation n'est pas nécessaire dans la mesure où il est reconnu que le retrait de la fiche du socle assure une isolation efficace. L'absence de conducteurs longs à connexion permanente en aval du dispositif à courant différentiel résiduel, associée à un nombre restreint d'appareils alimentés, justifie les niveaux limités de CEM. Les dispositifs à courant différentiel résiduel couverts par la présente norme sont destinés à assurer une protection supplémentaire uniquement en cas de contact direct. Il a été reconnu, compte tenu de ces caractéristiques particulières, que l'élaboration d'une norme dédiée relative aux dispositifs à courant différentiel résiduel pour les socles de prises de courant (DDRPC) était nécessaire.

DISPOSITIFS À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL AVEC OU SANS PROTECTION CONTRE LES SURINTENSITÉS POUR LES SOCLES DE PRISES DE COURANT DESTINÉS À DES INSTALLATIONS DOMESTIQUES ET ANALOGUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux dispositifs à courant différentiel résiduel (DDR) incorporés, ou destinés tout particulièrement à une utilisation avec des socles de prises de courant bipolaires avec ou sans contact à la terre pour des installations domestiques et analogues (DDRPC: dispositif à courant différentiel résiduel pour les socles de prises de courant). Les DDRPC, conformes à la présente norme, sont destinés à être utilisés dans les systèmes monophasés tels que phase et neutre ou phase-phase ou entre phase et conducteur milieu mis à la terre.

Les DDRPC sont destinés uniquement à assurer une protection supplémentaire en aval du DDRPC. Les DDRPC sont destinés à être utilisés dans les circuits où la protection en cas de défaut (protection contre le contact indirect) est déjà assurée en amont du DDRPC.

NOTE 1 Par exemple, la protection contre les cas de défaut (protection contre le contact indirect) peut être couverte comme suit:

- dans les réseaux TT, par des DD ou des ID placés en amont conformément à l'IEC 61008-1 et à l'IEC 61009-1;
- dans un réseau TN, un dispositif de protection contre les surintensités peut être utilisé en amont.

NOTE 2 Aux Etats-Unis, il n'y a pas d'exigence pour assurer la protection contre les contacts indirects en amont d'un DDRPC.

NOTE 3 En Suisse, ces dispositifs ne sont pas autorisés pour les mesures de protection selon les règles nationales d'installation.

Les DDRPC ne sont destinés ni à assurer une fonction d'isolation ni à être utilisés dans les systèmes IT.

NOTE 4 Pour les DDRPC destinés à assurer une isolation ou une protection contre les cas de défauts, ou à être utilisés dans les systèmes IT, il convient d'utiliser l'IEC 61008-1 ou l'IEC 61009-1 selon le cas, avec l'IEC 60884-1.

NOTE 5 Les exigences et vérifications des DDRPC prévus pour être utilisés en systèmes IT sont à l'étude.

Les DDRPC ne sont pas utilisés dans les tableaux de distribution. Ils ne sont pas destinés à la protection d'un circuit de distribution terminale complet. Ces produits sont destinés à être installés

- dans des boîtes conformément à l'IEC 60670-1,
- ou dans des systèmes de goulottes conformément à la série de normes IEC 61084,
- ou dans des systèmes de conducteurs préfabriqués conformément à la série de normes IEC 61534,
- ou dans des boîtes selon l'une des normes ci-dessus, voisines des boîtes de socles.

Ils ne sont pas destinés à être utilisés dans des enveloppes ou dans les tableaux de répartition conformes à l'IEC 60670-24, à l'IEC 61439-1 ou à l'IEC 60439-3.

Les DDR à usage domestique et analogue non couverts par le domaine d'application de la présente norme sont couverts par l'IEC 61008-1 ou IEC 61009-1. Les DDRPC alimentés par des batteries, ou un circuit autre que celui qui alimente les charges, ne sont pas couverts par la présente norme.

Le dispositif à courant différentiel résiduel intègre les fonctions de détection du courant résiduel, de comparaison de la valeur de ce courant à la valeur de fonctionnement différentiel résiduel et d'ouverture du circuit protégé lorsque le courant différentiel dépasse cette valeur.

Le courant différentiel maximal de fonctionnement est de 30 mA.

Le courant assigné maximal est de 16 A pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. ou 20 A pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 130 V c.a.

NOTE 6 En Australie et en Nouvelle-Zélande, le courant assigné maximal pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. est de 20 A.

NOTE 7 En Corée, le courant assigné maximal pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. est de 32 A.

La présente Norme internationale s'applique aux DDRPC comportant une fonction de protection contre les surcharges ou les surintensités.

La présente norme s'applique également à une unité de raccordement comportant un dispositif à courant différentiel résiduel destiné à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe immédiatement adjacent à l'unité de raccordement (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.).

NOTE 8 Les DDRPC sont conçus pour être manœuvrés par des personnes non averties et pour ne pas être entretenus.

Les exigences de la présente norme s'appliquent pour des conditions normales de température et d'environnement. Des exigences complémentaires peuvent être nécessaires pour des dispositifs utilisés dans des locaux présentant des conditions d'environnement plus sévères.

Le socle d'un DDRPC est couvert par l'IEC 60884-1 ou les exigences nationales du pays quand le DDRPC est mis sur le marché.

2 Références normatives

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

IEC 60065:2001, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

Amendement 1 (2005)

Amendement 2 (2010)

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 60068-3-4:2001, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

IEC 60384-14, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains*
(disponible en anglais uniquement)

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60664-3:2003, *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 60670-1:2002, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

IEC 60695-2-10:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11:2000, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60884-1:2002, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*

NOTE Au Royaume-Uni, l'IEC 60884-1 n'est pas indispensable et n'est pas applicable aux DDRPC ou aux prises de courant.

IEC 61008-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61009-1, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61032:1997, *Protection des personnes et des matériels par les enveloppes – Calibres d'essai pour la vérification*

IEC 61084-1:1991, *Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques – Partie 1: Règles générales*

IEC 61534-1:2003, *Systèmes de conducteurs préfabriqués – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61543:1995, *Dispositifs différentiels résiduels (DDR) pour usages domestiques et analogues – Compatibilité électromagnétique*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2 (2005)

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans les différentes parties de l'IEC 60050, ainsi que les suivantes, s'appliquent.

3.1 Définitions relatives aux courants circulant des parties actives à la terre

3.1.1

courant de défaut à la terre

courant qui s'écoule à la terre lors d'un défaut d'isolement

3.1.2

courant de fuite

courant qui s'écoule des parties actives de l'installation à la terre en l'absence de tout défaut d'isolement

3.1.3

courant continu pulsé

courant en forme d'onde pulsatoire qui prend, à chaque période de la fréquence de puissance assignée, la valeur 0 ou une valeur ne dépassant pas 0,006 A en courant continu pendant un intervalle de temps unique d'au moins 150°, exprimé en mesure angulaire électrique

3.1.4

angle de retard de conduction

α

temps, exprimé en mesure angulaire, pendant lequel l'instant de conduction du courant est retardé par commande de phase

3.1.5

courant continu lissé

courant continu non ondulatoire

NOTE Un courant est considéré non ondulatoire lorsque le coefficient d'ondulation est inférieur à 10 %.

3.2 Définitions relatives à l'alimentation d'un dispositif à courant différentiel résiduel

3.2.1

courant différentiel (résiduel)

I_{Δ}

somme vectorielle des valeurs instantanées du courant circulant dans le circuit principal du DDR exprimé en valeur efficace

3.2.2

courant différentiel de fonctionnement

$I_{\Delta n}$

valeur du courant différentiel qui fait fonctionner le dispositif à courant différentiel résiduel dans des conditions spécifiées

3.2.3

courant différentiel de non-fonctionnement

$I_{\Delta no}$

valeur du courant différentiel pour laquelle et au-dessous de laquelle le dispositif à courant différentiel résiduel ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées

3.3 Définitions relatives à la commande et aux fonctions du dispositif à courant différentiel résiduel

3.3.1

dispositif à courant différentiel résiduel

DDR

appareil mécanique de connexion ou association de dispositifs destiné à établir, supporter et couper des courants dans les conditions de service normales et à provoquer l'ouverture des contacts lorsque le courant différentiel atteint, dans des conditions spécifiées, une valeur donnée

3.3.2

détection

fonction qui consiste à détecter la présence d'un courant différentiel

3.3.3

évaluation

fonction qui consiste à permettre au DDR de fonctionner lorsque le courant différentiel détecté dépasse une valeur de référence spécifiée

3.3.4

interruption

fonction qui consiste à ramener automatiquement les contacts principaux du DDR de la position de fermeture à la position d'ouverture, interrompant ainsi le(s) courant(s) qui circule(nt) entre eux

3.3.5

dispositif de coupure

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[IEC 60050-442:1998, 442-01-46]

3.3.6

mécanisme à déclenchement libre d'un DDR

dont les contacts mobiles reviennent en position d'ouverture et y demeurent quand la manœuvre d'ouverture est commandée après le début de la manœuvre de fermeture, même si l'ordre de fermeture est maintenu

NOTE Afin d'assurer une interruption correcte du courant qui peut avoir été établi, il peut être nécessaire que les contacts atteignent momentanément la position de fermeture.

[IEC 60050-441:2000, 441-16-31, modifiée]

3.3.7

DDRPC sans protection contre les surintensités incorporée

DDRPC non conçu pour réaliser les fonctions de protection contre les surcharges et/ou les courts-circuits

3.3.8

DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée

DDRPC conçu pour réaliser les fonctions de protection contre les surcharges et/ou les courts-circuits

3.3.9

unité à courant différentiel

dispositif assurant simultanément les fonctions de détection du courant différentiel et de comparaison de la valeur de ce courant avec la valeur du déclenchement différentiel résiduel et comprenant le moyen d'actionner le mécanisme de déclenchement d'un disjoncteur avec lequel il est destiné à être assemblé

3.3.10

temps de fonctionnement d'un DDR

intervalle de temps qui s'écoule entre le moment où le courant différentiel de fonctionnement est atteint et le moment d'extinction de l'arc dans tous les pôles

3.3.11

temps limite de non-réponse

temps maximal pendant lequel le courant différentiel de fonctionnement peut être appliqué au DDR sans provoquer son fonctionnement

3.3.12

DDR temporisé

DDR spécialement conçu pour atteindre une valeur prédéterminée du temps limite de non-réponse correspondant à une valeur donnée du courant différentiel

3.3.13

appareil d'essai

dispositif incorporé dans le DDR simulant les conditions d'un courant différentiel pour le fonctionnement du DDRPC dans des conditions spécifiées

3.3.14

mise à la terre pour des raisons fonctionnelles

FE

conducteur ou borne destiné(e) à être connecté(e) au PE afin d'assurer l'alimentation du DDRPC quand le DDRPC est alimenté par la phase seule et permettre ainsi au DDRPC de fonctionner dans ces conditions

3.3.15

valeur d'impédance limite

R_e

valeur maximale de l'impédance entre le FE et la source d'alimentation pour laquelle la protection est assurée quand le DDRPC est alimenté entre l'une des phases et le FE

3.3.16

perte d'alimentation

perte d'un ou de plusieurs conducteurs actifs

3.3.17

fusible

appareil de déconnection dont la fonction est d'ouvrir, par la fusion d'un ou de plusieurs de ses éléments conçus et calibrés à cet effet, le circuit dans lequel il est inséré en coupant le courant lorsque celui-ci dépasse pendant un temps suffisant une valeur donnée

NOTE Le fusible comprend toutes les parties qui constituent l'appareil complet.

[IEC 60050-441:2000, 441-18-01, modifiée]

3.3.18

pôle

partie d'un DDRPC exclusivement associée à une voie de courant de son circuit principal, électriquement séparée, équipée de contacts destinés à connecter et déconnecter le circuit principal lui-même et excluant les parties par le moyen desquelles le montage et le fonctionnement simultané des pôles est assuré

3.4 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation

3.4.1

valeur limite de la surintensité de non-fonctionnement en cas de charge monophasée

valeur maximale d'une surintensité monophasée qui, en l'absence d'un courant différentiel résiduel, peut circuler dans un DDRPC (quel que soit le nombre de pôles) sans provoquer son fonctionnement

NOTE 1 En cas de surintensité dans le circuit principal, des déclenchements indésirables peuvent se produire en l'absence de courant différentiel résiduel, en raison de la dissymétrie existante dans le dispositif de détection proprement dit.

NOTE 2 Dans le cas d'un DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée, la valeur limite du courant de non-fonctionnement peut être déterminée par le dispositif de protection contre les surintensités.

3.4.2

courant différentiel de tenue au court-circuit

valeur maximale du courant différentiel pour laquelle le fonctionnement de la partie DDR est assuré dans des conditions spécifiées et au-delà de laquelle ce dispositif peut subir des altérations irréversibles

3.4.3

valeur thermique limite du courant de courte durée

valeur de courant la plus élevée (efficace) que le dispositif est capable de supporter pendant une courte période spécifiée et dans des conditions spécifiées sans subir, par un effet calorifique, de dégradation permanente de ses caractéristiques

3.4.4

courant présumé

courant qui circulerait dans le circuit si chaque voie principale de courant du DDRPC et du dispositif éventuel de protection contre les surintensités, le cas échéant, était remplacée par un conducteur d'impédance négligeable

NOTE Le courant présumé peut être qualifié de la même façon qu'un courant réel, par exemple: courant de coupure présumé, courant de crête présumé, courant différentiel présumé, etc.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-47, modifiée]

3.4.5

pouvoir de fermeture

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un DDRPC est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-01-48, modifiée]

3.4.6

pouvoir de coupure

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un DDRPC est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-01-49, modifiée]

3.4.7

pouvoir de fermeture et de coupure différentiel

$I_{\Delta m}$

valeur de la composante alternative du courant différentiel présumé qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-27, modifiée]

3.4.8

courant conditionnel de court-circuit

I_{nc}

valeur de la composante alternative du courant présumé qu'un DDRPC, sans protection incorporée contre les courts-circuits, mais protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits (en abrégé « DPCC » dans la suite du texte) approprié placé en série, peut supporter dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-28, modifiée]

3.4.9

courant différentiel conditionnel de court-circuit

$I_{\Delta c}$

valeur de la composante alternative du courant différentiel présumé que la partie DDR, sans protection incorporée contre les courts-circuits, mais protégée par un DPCC approprié placé en série, peut supporter dans des conditions spécifiées d'emploi et de comportement

[IEC 60050-442:1998, 442-05-22, modifiée]

3.4.10

Intégrale de Joule

I^2t

intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié (t_0 , t_1):

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

[IEC 60050-441:2000, 441-18-23, modifiée]

3.4.11

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les bornes d'alimentation du DDRPC après l'interruption du courant

NOTE Cette tension peut être considérée durant deux intervalles de temps successifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel seule la tension à fréquence industrielle existe.

[IEC 60050-442:1998, 442-01-05, modifiée]

3.4.12

tension transitoire de rétablissement

tension de rétablissement pendant le temps où elle présente un caractère transitoire appréciable

NOTE 1 La tension transitoire peut être oscillatoire ou non oscillatoire ou être une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du DDRPC. Elle tient compte de la variation du potentiel du point neutre d'un circuit polyphasé.

NOTE 2 Les tensions transitoires de rétablissement pour les circuits triphasés sont, sauf indication contraire, celles observées dans le premier pôle à libérer, dans la mesure où ces tensions sont généralement supérieures à celles qui apparaissent dans chacun des deux autres pôles.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-26, modifiée]

3.4.13

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes transitoires de tension

[IEC 60050-441:2000, 441-17-27]

3.4.14

surintensité

courant supérieur au courant assigné

3.4.15

courant de surcharge

surintensité apparaissant dans un circuit électriquement sain

NOTE Un courant de surcharge peut provoquer des dommages s'il est maintenu pendant un temps suffisant.

3.4.16

surtension temporaire

surtension à la puissance assignée d'une durée relativement longue

3.4.17

courant de court-circuit

surintensité résultant d'un défaut d'impédance négligeable entre des points prévus pour être à des potentiels différents en service normal

NOTE Un courant de court-circuit peut résulter d'un défaut ou d'une connexion incorrecte.

3.5 Définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence

3.5.1

grandeur d'influence

grandeur susceptible de modifier le fonctionnement spécifié d'un DDRPC

3.5.2

valeur de référence d'une grandeur d'influence

valeur d'une grandeur d'influence à laquelle sont rapportées les caractéristiques indiquées par le constructeur

3.5.3

conditions de référence des grandeurs d'influence

ensemble des valeurs de référence de toutes les grandeurs d'influence

3.5.4

domaine d'une grandeur d'influence

domaine des valeurs d'une grandeur d'influence qui permet le fonctionnement du DDRPC dans des conditions spécifiées, les autres conditions d'influence ayant leurs valeurs de référence

3.5.5

domaine extrême d'une grandeur d'influence

domaine des valeurs que peut prendre une grandeur d'influence à l'intérieur duquel le DDRPC ne subit que des altérations spontanément réversibles, sans être nécessairement tenu de satisfaire aux exigences de la présente norme

3.5.6

température de l'air ambiant

température, déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure le DDRPC

NOTE Pour un DDRPC sous enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe.

[IEC 60050-441:2000, 441-11-13, modifiée]

3.6 Définitions relatives aux conditions de fonctionnement

3.6.1

manœuvre

passage du (des) contact(s) mobile(s) de la position d'ouverture à la position de fermeture et vice versa

NOTE Si une distinction est nécessaire, on emploiera les termes de manœuvre électrique, s'il s'agit d'une opération au sens électrique (par exemple, établissement ou coupure) et de manœuvre mécanique, s'il s'agit d'une opération au sens mécanique (par exemple, fermeture ou ouverture).

3.6.2

manœuvre de fermeture

manœuvre par laquelle on fait passer le DDRPC de la position d'ouverture à la position de fermeture

3.6.3

manœuvre d'ouverture

manœuvre par laquelle on fait passer le DDRPC de la position de fermeture à la position d'ouverture

[IEC 60050-441:2000, 441-16-09, modifiée]

3.6.4

cycle de manœuvres

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position

[IEC 60050-441:2000, 441-16-02, modifiée]

3.6.5

séquence de manœuvres

suite de manœuvres spécifiées effectuées à des intervalles de temps spécifiés

[IEC 60050-441:2000, 441-16-03]

3.6.6

distance d'isolement

plus courte distance dans l'air entre deux parties conductrices

NOTE Pour la détermination d'une distance d'isolement pour des parties accessibles, il convient que la surface accessible d'une enveloppe isolante soit considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille métallique à tout endroit où elle peut être touchée par la main ou par le doigt d'essai normalisé conformément à l'IEC 60529.

[IEC 60050-441:2000, 441-17-31, modifiée]

3.6.7

ligne de fuite

plus courte distance le long de la surface d'une matière isolante entre deux parties conductrices

NOTE Pour la détermination d'une ligne de fuite pour des parties accessibles, il convient que la surface accessible d'une enveloppe isolante soit considérée comme conductrice comme si elle était recouverte d'une feuille métallique à tout endroit où elle peut être touchée par la main ou par le doigt d'essai normalisé conformément à l'IEC 60529.

[IEC 60050-471:2007, 471-01-04, modifiée]

3.7 Définitions relatives aux essais

3.7.1

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs dispositifs réalisés selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines exigences

[IEC 60050-426:2008, 426-05-01, modifiée]

3.7.2

essai individuel de série

essai auquel est soumis chaque dispositif en cours et/ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

[IEC 60050-411:2008, 411-53-02, modifiée]

3.8 Définitions générales relatives au courant différentiel résiduel

3.8.1

dispositif de protection contre les courts-circuits

DPCC

dispositif, spécifié par le constructeur, destiné à être installé dans le circuit en série avec le DDRPC afin de le protéger uniquement contre les courants de court-circuit

3.8.2

bornes d'alimentation

(amont)

bornes installées en amont du DDR

3.8.3

bornes de sortie

(aval)

bornes installées en aval du DDR

3.8.4

traversée

dispositif dont est équipé le DDRPC pour la connexion d'un ou de plusieurs socles supplémentaires, protégé par un DDR

3.8.5

personne avertie

personne suffisamment informée ou surveillée par des personnes qualifiées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

3.8.6

unité de connexion

appareil associé au câblage fixe d'une installation auquel un seul équipement peut être directement connecté

4 Classification

Les DDRPC sont classés de la façon suivante:

NOTE 1 L'utilisation correcte des DDRPC correspondant aux classifications du présent article est soumise à des règles d'installation (par exemple, conformes à la série IEC 60364).

NOTE 2 Les DDRPC peuvent être munis d'une connexion FE qui permet à l'appareil de fonctionner lorsqu'il est alimenté uniquement par une phase.

NOTE 3 Aux Etats-Unis, la détection de la mise à la terre du neutre côté charge neutre est exigé.

4.1 Classification selon le comportement en cas de défaut de la tension d'alimentation

4.1.1 DDRPC ne s'ouvrant pas automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation

NOTE Eu Allemagne la classification 4.1.1 est différente.

4.1.2 DDRPC s'ouvrant automatiquement en cas de défaut de la tension d'alimentation

- a) ne se refermant pas automatiquement lorsque la tension d'alimentation est rétablie;
- b) se refermant automatiquement lorsque la tension d'alimentation est rétablie.

4.2 Classification selon la conception

4.2.1 DDRPC comprenant un DDR incorporé à un ou des socles fixes

- a) DDRPC sans traversée;
- b) DDRPC avec traversée.

4.2.2 DDRPC comprenant un DDR destiné à être associé à des socles fixes au sein de la même boîte de montage ou à l'intérieur de deux boîtes compatibles adjacentes

NOTE 1 Le concept de « boîtes adjacentes » désigne deux boîtes proches l'une de l'autre ou contiguës.

- a) DDRPC comportant un dispositif dédié de connexion du socle (par exemple, conducteurs volants);

NOTE 2 Au Danemark et au Royaume-Uni, les DDRPC avec conducteurs volants ne sont pas acceptés dans les installations fixes.

- b) DDRPC comportant des bornes de sortie.

4.2.3 DDRPC comprenant un DDR incorporé à une unité de connexion destinée à protéger uniquement un élément d'un matériel électrique fixe (par exemple, sèche-mains, refroidisseur d'eau, etc.) immédiatement adjacent au DDRPC

4.3 Classification selon le comportement en présence de composantes continues

- a) DDRPC de type AC;
- b) DDRPC de type A.

4.4 Classification selon la disposition de mise à la terre

- a) DDRPC comportant une disposition de mise à la terre (borne PE);
- b) DDRPC sans disposition de mise à la terre.

Un DDRPC sans disposition de mise à la terre ne peut être équipé d'aucune borne FE.

NOTE Au Royaume-Uni et en Allemagne, les DDRPC sans disposition de mise à la terre sont interdits.

4.5 Classification selon la conception de la plaque de recouvrement

- a) Conception A – DDRPC dont le capot ou la plaque de recouvrement peut être retiré(e) sans déplacer les conducteurs;
- b) Conception B – DDRPC fixes dont le capot ou la plaque de recouvrement ne peut pas être retiré(e) sans déplacer les conducteurs.

NOTE Si un DDRPC fixe comporte une base (partie principale) qui ne peut pas être séparée du capot ou de la plaque de recouvrement, et exige une plaque supplémentaire, pour satisfaire à la présente norme, qui peut être retirée pour la rénovation de la paroi sans déplacer les conducteurs, ce DDRPC est considéré être de conception A, à condition que la plaque supplémentaire satisfasse aux exigences spécifiées pour les capots et les plaques de recouvrement.

4.6 Classification selon la méthode de montage

- a) DDRPC en saillie;
- b) DDRPC pour montage encastré;
- c) DDRPC pour montage semi-encastré;
- d) DDRPC pour montage en tableau (panneau commutateur et tableau de distribution exclus);
- e) DDRPC pour montage encastré dans le sol.

4.7 Classification selon les conditions d'environnement

4.7.1 Classification selon le degré de protection contre la pénétration de corps étrangers solides

- a) IP2X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un doigt et contre les effets nuisibles engendrés par la pénétration de corps étrangers solides d'un diamètre supérieur ou égal à 12,5 mm;

- b) IP4X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un fil et contre les effets nuisibles engendrés par la pénétration de corps étrangers solides d'un diamètre supérieur ou égal à 1,0 mm;
- c) IP5X: DDRPC protégés contre l'accès aux parties dangereuses au moyen d'un fil et protégés contre les poussières.

4.7.2 Classification selon le degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable

- a) DDRPC ordinaires, c'est-à-dire avec un degré de protection IPX0 ou IPX1, lorsqu'ils sont montés sur une surface verticale pour usage normal;

NOTE Pour les besoins de la présente norme, le terme « ordinaire » s'applique uniquement au degré de protection contre la pénétration d'eau dommageable.

- b) IPX4: DDRPC protégés contre les projections;
- c) IPX5: DDRPC protégés contre les pulvérisations.

4.7.3 Classification selon la plage de températures de l'air ambiant

- a) DDRPC destinés à une utilisation entre -5 °C et $+40\text{ °C}$;
- b) DDRPC destinés à une utilisation entre -25 °C et $+40\text{ °C}$.

4.8 Classification selon le type de bornes

- a) DDRPC avec bornes à vis;
- b) DDRPC avec bornes sans vis pour des conducteurs rigides uniquement;
- c) DDRPC avec bornes sans vis pour des conducteurs rigides et souples.

4.9 Classification selon la protection contre les surintensités

- a) DDRPC sans protection contre les surintensités incorporée;
- b) DDRPC avec protection contre les surintensités indépendante du système d'ouverture du DDR (par exemple un dispositif à fusible ou un système de fiches et socles à fusible);
- c) DDRPC avec protection contre les surintensités incorporée au système d'ouverture du DDR:
 - 1) DDRPC bipolaire avec un ou deux pôles protégés contre les surcharges;
 - 2) DDRPC bipolaire avec un ou deux pôles protégés contre les surintensités;
 - DDRPC du type B;
 - DDRPC du type C.

5 Caractéristiques des DDRPC

5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un DDRPC doivent être déclarées de la façon suivante, le cas échéant:

- a) type de conception et méthode de montage (4.5 et 4.6);
- b) courant assigné I_n (5.2.1);
- c) caractéristiques de fonctionnement en cas de courants différentiels avec des composantes continues (5.2.7);
- d) courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ (5.2.2);
- e) courant différentiel de non-fonctionnement assigné, $I_{\Delta no}$, si différent de la valeur préférentielle (5.2.3);
- f) tension assignée U_n (5.2.4);
- g) fréquence assignée (5.2.5);
- h) pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m (5.3.1.4);

- i) pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$ (5.2.6);
- j) protection contre les surintensités:
 - 1) Classification selon 4.9), 4.9 b) et 4.9 c) 1):
 - i) courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} (5.3.1.2);
 - ii) courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ (5.3.1.3);
 - iii) caractéristique de surcharge (4.9 c) 1).
 - 2) Classification selon 4.9 c) 2):
 - i) pouvoir de court-circuit assigné I_{cn} ;
 - ii) déclenchement instantané du type B ou C.

5.2 Caractéristiques communes à tous les dispositifs à courant différentiel résiduel de socles

5.2.1 Courant assigné (I_n)

La valeur du courant, attribuée au DDRPC par le constructeur, que le dispositif peut supporter en service ininterrompu.

5.2.2 Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

La valeur du courant différentiel de fonctionnement (3.2.2), attribuée au DDRPC par le constructeur, pour laquelle le dispositif doit fonctionner dans des conditions spécifiées.

NOTE $I_{\Delta n}$ est exprimé par la valeur efficace du courant alternatif à la fréquence assignée.

5.2.3 Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

Valeur maximale du courant différentiel de non-fonctionnement (3.2.3), attribuée au DDRPC par le constructeur, pour laquelle le dispositif ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées.

5.2.4 Tension assignée (U_n)

La valeur efficace de la tension attribuée au DDRPC par le constructeur, qui désigne les caractéristiques de fonctionnement du dispositif (notamment les caractéristiques de fonctionnement en court-circuit).

5.2.5 Fréquence assignée

La valeur de la fréquence attribuée au DDRPC par le constructeur pour laquelle le dispositif fonctionne correctement dans des conditions spécifiées.

5.2.6 Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur efficace du courant différentiel présumé (3.4.7 et 3.4.9) qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

5.2.7 Caractéristiques de fonctionnement en cas de courant différentiel

5.2.7.1 DDRPC de type AC

DDRPC pour lequel le déclenchement est assuré pour des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux, qu'ils soient appliqués brusquement ou qu'ils croissent lentement.

5.2.7.2 DDRPC de type A

DDRPC pour lequel le déclenchement est assuré pour

- des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux,
- des courants différentiels continus pulsés,
- des courants différentiels continus pulsés superposés à un courant continu lissé de 0,006 A,

avec ou sans commande par angle de phase, indépendamment de la polarité, qu'ils soient appliqués brusquement ou qu'ils croissent lentement.

5.3 Caractéristiques spécifiques aux DDRPC selon la protection contre les surintensités (voir 4.9)

5.3.1 DDRPC classés selon 4.9 a), 4.9 b) et 4.9 c) 1)

5.3.1.1 Coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits

L'association entre un dispositif de protection contre les courts-circuits et un DDRPC a pour objectif d'assurer une protection adéquate du dispositif contre les effets des courants de court-circuit.

Le constructeur du DDRPC doit spécifier les caractéristiques suivantes du dispositif de protection contre les courts-circuits:

- courant maximal en condition de court-circuit I^2t ;
- valeur maximale de courant de crête en condition de court-circuit I_p .

Tout dispositif de protection contre les courts-circuits, conforme à la norme IEC appropriée et dont les valeurs caractéristiques susmentionnées sont inférieures à celles spécifiées par le constructeur du DDRPC, peut être utilisé pour la protection du dispositif, à condition que le dispositif de protection contre les courts-circuits n'influence pas le service normal.

NOTE Au Royaume-Uni, il faut que le dispositif de protection contre les courts-circuits satisfasse à la BS 1362.

5.3.1.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

La valeur efficace du courant présumé, attribuée par le constructeur, qu'un DDRPC protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits peut supporter dans des conditions spécifiées, sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

NOTE Pour le courant conditionnel de court-circuit assigné attribué à un DDRPC coordonné à un dispositif donné de protection contre les courts-circuits, il est envisagé que ce type d'association soit capable de supporter tout courant de court-circuit jusqu'à la valeur assignée.

5.3.1.3 Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

La valeur du courant différentiel présumé, attribuée par le constructeur, qu'un DDRPC protégé par un dispositif de protection contre les courts-circuits peut supporter dans des conditions spécifiées, sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

NOTE Pour le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné attribué à un DDRPC coordonné à un dispositif donné de protection contre les courts-circuits, il est supposé que ce type d'association soit capable de supporter tout courant de court-circuit différentiel jusqu'à la valeur assignée.

5.3.1.4 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Valeur efficace du courant présumé (3.4.4) qu'un DDRPC est capable d'établir, de supporter pendant son temps d'ouverture et d'interrompre dans des conditions spécifiées sans subir d'altérations affectant ses fonctions.

5.3.2 Pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn}) pour DDRPC classé selon 4.9 c) 2)

Le pouvoir de court-circuit assigné d'un DDRPC est la valeur du pouvoir de coupure de court-circuit ultime attribué au DDRPC par le constructeur.

5.4 Valeurs préférentielles ou normalisées

5.4.1 Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée conformément à l'IEC 60038 sont les suivantes:

110 V – 120 V – 230 V.

5.4.2 Valeurs normalisées du courant assigné (I_n)

Les valeurs normalisées du courant assigné pour les tensions assignées jusqu'à 130 V sont les suivantes:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A – 20 A.

Les valeurs normalisées du courant assigné pour les tensions assignées jusqu'à 250 V sont les suivantes:

6 A – 10 A – 13 A – 16 A.

NOTE 1 En Corée, la valeur 32 A est également considérée comme valeur normalisée.

NOTE 2 En Australie, en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis, la valeur 15 A est également considérée comme valeur normalisée.

5.4.3 Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné sont les suivantes:

0,006 A – 0,01 A – 0,03 A.

NOTE En Corée et au Japon, la valeur 0,015 A est également considérée comme valeur normalisée.

5.4.4 Valeurs normalisées du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

La valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement assigné est $0,5 I_{\Delta n}$.

NOTE La valeur de $0,5 I_{\Delta n}$ fait référence aux courants différentiels alternatifs de la fréquence de puissance uniquement.

5.4.5 Valeurs normalisées de la fréquence assignée

Les valeurs normalisées de la fréquence assignée sont les suivantes:

50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz.

5.4.6 Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

La valeur normalisée du pouvoir de fermeture et de coupure assigné est la suivante:

250 A.

Le facteur de puissance associé à cette valeur est donné dans le Tableau 31.

La valeur de I_m doit être supérieure ou égale à la valeur de $I_{\Delta m}$.

5.4.7 Valeurs normalisées du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur normalisée du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné est la suivante:

250 A.

Le facteur de puissance associé à cette valeur est donné dans le Tableau 30.

5.4.8 Valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Les valeurs normalisées du courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme une valeur normalisée.

5.4.9 Valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme une valeur normalisée.

5.4.10 Valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})

Les valeurs normalisées du pouvoir de court-circuit assigné I_{cn} sont les suivantes:

1 500 A – 3 000 A.

Les facteurs de puissance associés à ces valeurs sont donnés dans le Tableau 30.

NOTE En Corée, la valeur 2 500 A est considérée comme valeur normalisée.

5.4.11 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement

5.4.11.1 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal pour le courant différentiel alternatif

Tableau 1 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel alternatif

I_{Δ} A	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal à			
	s			
	$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}^a$	250 A
Toute valeur	0,3	0,15	0,04	0,04
^a La valeur 0,25 A peut être utilisée comme alternative à $5 I_{\Delta n}$. (La révision de cette valeur est à l'étude.)				

NOTE 1 Aux Etats-Unis, quand les temps de déclenchement sont spécifiquement relatifs au courant, les formules suivantes s'appliquent $T = \left(\frac{20}{I}\right)^{1,43}$ pour les défauts de résistance élevée et $T = 1,25 \left(\frac{10}{V}\right)^{1,43}$ pour les défauts de faible résistance.

5.4.11.2 Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal pour un courant continu pulsé

Tableau 2 – Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour un courant différentiel continu pulsé

$I_{\Delta n}$ A	Valeurs normalisées du temps de fonctionnement maximal à						
	s						
	$1,4 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$2,8 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$7 I_{\Delta n}^a$	$10 I_{\Delta n}^b$	175 A
$\leq 0,010$		0,3		0,15		0,04	0,04
$> 0,010$	0,3		0,15		0,04		0,04
^a Pour un DDRPC avec $I_{\Delta n} = 0,030$ A, la valeur 0,35 A peut être utilisée en lieu et place de $7 I_{\Delta n}$.							
^b Pour un DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,010$ A, la valeur 0,5 A peut être utilisée en lieu et place de $10 I_{\Delta n}$.							
NOTE Des valeurs normalisées alternatives du temps de fonctionnement maximal des DDRPC pour le courant différentiel continu pulsé, destinés à être utilisés dans un réseau biphasé avec un point milieu de 120 V, sont en cours d'étude.							

5.5 Domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)

Les domaines normaux de surintensité de déclenchement instantané sont indiqués dans le Tableau 3:

Tableau 3 – Domaines de surintensité de déclenchement instantané

Type	Domaine
B	De $3 I_n$ à $5 I_n$ inclus
C	De $5 I_n$ à $10 I_n$ inclus

6 Marquage et autres informations sur le produit

6.1 Généralités

Les informations suivantes, comme indiqué dans le Tableau 4, doivent être fournies.

Tableau 4 – Position du marquage

	Marquage ou élément d'information	Position du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit lorsque installé	Sur le produit	Dans une brochure
A	Nom du constructeur ou sa marque de fabrique		X	
B	Désignation du type ou le numéro de série		X	
C	La ou les tensions assignées		X	
D	La ou les fréquences assignées (si différentes de 50 Hz ou 60 Hz)		X	
E1	Courant assigné pour les DDRPC selon 4.9 a) et b)		X ^a	
E2	Courant assigné pour les DDRPC selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2)	X ^b		
F1	Symbole  pour le type A		X	
F2	Symbole  pour le type AC		X	
G	Courant différentiel de fonctionnement assigné (en A ou mA)	X		
H	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné si différent de la valeur préférentielle			X
I	Pouvoir de fermeture et de coupure de court-circuit assigné (le cas échéant)			X
J	Courant conditionnel de court-circuit assigné si applicable, et dans ce cas, les caractéristiques du dispositif de protection contre les courts-circuits associé, selon 5.3.1			X
K	Degré de protection (si différent de IP20)	X		
L	Position d'utilisation, si applicable			X
M	Plage de températures de fonctionnement, si classée selon 4.7.3 b) 		X	
N	Identification de l'appareil d'essai par la lettre « T » ou le mot « Test »	X		
O	Des moyens de différenciation entre les états « ouvert » et « fermé » du dispositif doivent être prévus. Pour les DDRPC autres que ceux manœuvrés au moyen de boutons-poussoirs, la position d'ouverture doit être indiquée par le symbole « O » et la position de fermeture par le symbole « I » (trait vertical court). Des symboles nationaux supplémentaires sont admis pour cette indication. A titre provisoire, l'utilisation de symboles nationaux comme indication unique des positions est admise. Ces indications doivent être facilement visibles lorsque le DDRPC est utilisé dans des conditions normalisées. Pour les DDRPC manœuvrés au moyen de deux boutons-poussoirs, le bouton-poussoir destiné à l'opération d'ouverture uniquement doit être ROUGE et/ou être marqué du symbole « O ». Dans ce cas, le bouton d'essai séparé ne doit pas être rouge mais doit être marqué de la lettre « T » ou du mot « Essai ». Si le bouton d'essai constitue le seul moyen d'ouverture, il conserve le marquage « T » ou « Essai », auquel cas la couleur rouge peut être utilisée. La couleur ROUGE ne doit être utilisée pour aucun autre bouton-poussoir du DDRPC. Si un bouton-poussoir est utilisé pour la fermeture du contact et est de toute évidence repéré comme tel, sa position enfoncée est suffisante pour indiquer la position de fermeture	X		
P	Le câble ou la borne FE doit être identifié(e) par le marquage « FE »		X	X
Q	Pour les dispositifs comportant des bornes de sortie, les bornes d'alimentation et de sortie doivent être clairement marquées (par exemple, avec les termes « alimentation » et « sortie » insérés près des bornes correspondantes ou par des flèches indiquant le sens du parcours de la puissance). Pour les dispositifs comportant des traversées, les traversées amont et aval doivent être clairement marquées (par exemple, « amont » et « traversée »)		X	
R	Les bornes destinées spécifiquement au branchement du neutre doivent être marquées avec la lettre N		X	
S	Information sur le dispositif de protection contre les surintensités incorporé, si applicable			X
T	Information sur la coordination avec le dispositif de protection			X

	Marquage ou élément d'information	Position du marquage ou de l'information		
		Visible sur le produit lorsque installé	Sur le produit	Dans une brochure
	amont, si applicable			
U	Toute information pertinente pour le montage correct, le cas échéant, l'installation et l'utilisation du produit doivent être fournies			X
V	Pouvoir de court-circuit assigné en ampères (I_{cn}) (le cas échéant)		X	
NOTE 1 Aux Etats-Unis, les informations données en G et K du présent tableau ne nécessitent pas d'être visibles.				
NOTE 2 Au Royaume-Uni, l'information donnée en B du présent tableau n'est pas utilisée.				
^a Ne doit pas être visible sur le produit lorsqu'il est installé comme en usage normal. ^b Pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 1), le courant assigné de la protection contre les surcharges est indiqué par le symbole "A", par exemple, 6A, et pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2), le courant assigné est indiqué sans le symbole « A » et précédé du symbole de surintensité de déclenchement instantané (B ou C), par exemple, B16.				

6.2 Marquage complémentaire pour bornes sans vis

Le marquage des DDRPC avec bornes sans vis doit comporter les éléments suivants:

- un marquage approprié indiquant la longueur de l'isolation à retirer avant d'insérer le conducteur dans la borne sans vis;
- une indication de la capacité à accepter uniquement des conducteurs rigides pour les DDRPC soumis à cette restriction.

Les marquages complémentaires doivent être apposés sur le DDRPC ou sur l'unité de conditionnement ou mentionnés dans une feuille d'instruction qui accompagne le DDRPC.

6.3 Marquage complémentaire des DDRPC avec connexion FE

L'information complémentaire suivante est requise dans les instructions du constructeur pour tous les DDRPC avec connexion FE:

« Ce dispositif fournira une protection aux installations dans lesquelles la boucle d'impédance à la terre ne doit pas dépasser la valeur R_e . ».

Le câble ou la borne FE doit être identifié par le marquage « FE ».

Les couleurs suivantes ne sont pas permises pour le câble FE: vert, jaune, bleu et vert-jaune.

Les instructions du constructeur doivent mentionner que le FE doit être connecté directement au PE et que les loopings ne sont pas autorisés.

La conformité est vérifiée par examen.

7 Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation

Les domaines d'application préférentiels, ainsi que les valeurs de référence des grandeurs/facteurs d'influence et leurs tolérances d'essai associées sont donnés dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Valeurs des grandeurs d'influence

Grandeur d'influence	Domaines d'application préférentiels	Valeurs de référence	Tolérance d'essai
Température de l'air ambiant	-5 °C à +40 °C -25 °C à +40 °C (voir ^a , ^b et ^e)	-	Comme admise par l'essai
Altitude	Ne dépassant pas 2 000 m	-	-
Humidité relative: valeur maximale à 40 °C	50 % ^c	-	-
Champ magnétique externe	Ne dépassant pas cinq fois le champ magnétique terrestre dans toute direction	Champ magnétique terrestre	^d
Position	Comme indiqué par le constructeur, avec une tolérance de 5° dans toute direction ^d	Comme indiqué par le constructeur	2° dans toute direction
Fréquence	Valeur de référence ±5 %	Fréquence assignée comme indiquée par le constructeur	±2 %
Déformation de l'onde sinusoïdale	Inférieure ou égale à 5 %	Zéro	5 %
Degré de pollution	2	-	-
^a La valeur maximale de la température moyenne journalière est de +35 °C ou conforme aux normes nationales pour le socle dès que le produit est mis sur le marché. ^b Des valeurs hors des domaines peuvent être exigées lorsque des conditions climatiques plus sévères prédominent. ^c Des valeurs plus élevées d'humidité relative sont admises à une température inférieure (par exemple, 90 % à 20 °C). ^d Le dispositif doit être fixé de façon à ne subir aucune déformation susceptible d'affecter ses fonctions. ^e Pour les DDRPC dont la température de fonctionnement est comprise entre –5 °C et +40 °C, des limites extrêmes de –20 °C et +60 °C sont admissibles pendant le stockage et le transport, pour les DDRPC dont la température de fonctionnement est comprise entre –25 °C et +40 °C, les limites extrêmes sont –35 °C et +60 °C. Ces limites doivent être prises en compte à la conception des DDRPC.			

8 Exigences de construction et de fonctionnement

8.1 Généralités

Les DDRPC devant satisfaire à la présente norme doivent être conformes au domaine d'application et aux classifications appropriées.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par des essais selon le cas.

8.2 Informations et marquage

Le marquage apposé sur les DDRPC doit être indélébile et facilement lisible.

Les étiquettes destinées à fournir des informations permanentes ne doivent pas pouvoir être retirées facilement du dispositif.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par l'essai de 9.2.

8.3 Conception mécanique et électrique

8.3.1 Mécanisme

L'élément DDR du DDRPC doit être bipolaire.

Les contacts mobiles de tous les pôles des DDR doivent être couplés mécaniquement de sorte que tous les pôles se ferment et s'ouvrent effectivement ensemble, qu'ils soient manœuvrés manuellement ou automatiquement.

Des moyens de différenciation entre les états « ouvert » et « fermé » des contacts doivent être prévus.

Le mécanisme doit être à déclenchement libre et construit de façon telle que les contacts mobiles puissent rester uniquement dans la position de fermeture ou d'ouverture, même lorsque l'organe de manœuvre est abandonné manuellement dans une position intermédiaire.

Lorsque l'organe de manœuvre est utilisé pour indiquer la position des contacts, l'organe de manœuvre, une fois abandonné, doit automatiquement prendre la position correspondant à celle des contacts mobiles; dans ce cas, l'organe de manœuvre doit avoir deux positions de repos distinctes correspondant à la position des contacts, mais, pour l'ouverture automatique, une troisième position distincte de l'organe de manœuvre peut être prévue.

Si des symboles sont utilisés, ceux-ci doivent être « I » et « O » pour indiquer les positions fermée et ouverte, respectivement.

Si des couleurs sont utilisées, la couleur rouge doit indiquer la position de fermeture et la couleur verte la position d'ouverture.

Des symboles nationaux alternatifs peuvent être utilisés avec ou sans les symboles susmentionnés.

Le circuit de mise à la terre PE à l'intérieur du DDRPC, lorsqu'il existe, doit être continu et ne doit pas être affecté par le fonctionnement du DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par les essais de 9.3.

8.3.2 Distances d'isolement et lignes de fuite

Les distances d'isolement et les lignes de fuite minimales exigées sont données dans le Tableau 6 qui est basé sur le fait que le DDRPC est conçu pour fonctionner dans un environnement avec le degré de pollution 2.

Toutefois, les distances d'isolement des points 1, 2, 3 et 4 peuvent être réduites à condition que les essais 9.13.2 soient conformes.

NOTE Les matériaux isolants sont classés en groupes de matériaux en fonction de leur indice comparatif de résistance aux courants de cheminement (IRC) selon 2.7.1.1 et 2.7.1.3 de l'IEC 60664-1:2007, et mesurés conformément à l'IEC 60112.

Les parties constitutives des cartes de circuits imprimés avec revêtement de type 2 conformément à l'IEC 60664-3 ne sont pas soumises à cette vérification.

Les circuits électroniques dont les distances d'isolement ou les lignes de fuite entre des conducteurs actifs (phase et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre, plus courtes que ce qui est exigé dans le Tableau 6 lorsque les contacts sont en position de fermeture, doivent être conformes à l'essai de 9.4

La conformité est vérifiée par examen et/ou mesure, ainsi que par les essais de 9.4 et de 9.5 pour les circuits électroniques, le cas échéant.

Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales

	Distances d'isolement minimales mm			Lignes de fuite minimales ^{e,f} mm											
				Groupe IIIa ^h (1 75 V ≤ CTI < 400 V) ^d				Groupe II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^d				Groupe I (600 V ≤ CTI) ^d			
	Tension assignée V			Tension locale V ^e											
Description:	120/240 120	120/240 240	230/400 230	>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250		>25 ≤50 ⁱ	120	250	
1 Entre parties actives qui sont séparées lorsque les contacts principaux sont en position d'ouverture	2,0 ^a	3,0 ^a	3,0 ^a	1,2	1,5	3,0		0,9	1,5	3,0		0,6	1,5	3,0	
2 Entre parties actives internes de polarité différente															
3 Entre parties actives internes et borne FE ou câbles FE ^j															
				Tension assignée du réseau d'alimentation V											
				120 / 240		230 / 400		120 / 240		230 / 400		120 / 240		230 / 400	
4 Entre parties actives et – les surfaces acces-sibles des organes de manœuvre – les vis ou autres organes de fixation des capots qui doivent être retirés lors du montage du DDRPC – la surface sur laquelle le DDRPC est monté ^b – les vis ou les autres organes de fixation du DDRPC ^b – les capots ou boîtes métalliques ^b – les autres parties métalliques accessibles ^c – les bâtis métalliques supportant un DDRPC pour montage encastré	1,5	3,0	3,0	1,5	4,0		1,5	3,0		1,5	3,0		1,5	3,0	
5 Entre les parties métalliques du mécanisme et: – les parties métalliques accessibles ^c – les vis ou les autres organes de fixation du DDRPC – les bâtis métalliques supportant un DDRPC pour montage encastré															

- a Cette valeur peut être réduite à 1,2 mm au minimum à condition que les essais de 9.13.2 soient satisfaits.
- b Les valeurs sont doublées 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 le DDRPC est monté ne dépendent pas uniquement de la conception du DDRPC, de façon qu'elles puissent être réduites lorsque ce dernier est monté dans les conditions les plus défavorables.
- c Y compris une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant, qui sont accessibles après installation comme pour un usage normal. La feuille est poussée dans les coins, les rainures, etc., au moyen d'un doigt d'essai rigide et rectiligne.
- d Voir IEC 60112.
- e L'interpolation est admise lors de la détermination des lignes de fuite correspondant à des valeurs de tension intermédiaires par rapport à celles citées comme tension locale. Pour la détermination des lignes de fuite, voir l'Annexe B.
- f Les lignes de fuite ne peuvent pas être inférieures aux distances d'isolement associées.
- h Pour le groupe de matériaux IIIb (CTI < 175 V), les valeurs pour le groupe de matériaux IIIa multipliées par 1,6 s'appliquent.
- i Pour des tensions locales jusqu'à 25 V inclus, il peut être fait référence à l'IEC 60664-1.
- j Pour les besoins de cette exigence, ce qui suit s'applique:
– le FE est considéré en tant que PE;
– l'extrémité libre d'un fil FE n'est pas considérée.

8.3.3 Courant permanent dans le FE

Quand le neutre est connecté, la valeur du courant permanent dans le FE ne doit pas dépasser 0,5 mA.

Quand le neutre n'est pas connecté, la valeur du courant permanent ne doit pas dépasser 2 mA.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.26.

8.3.4 Vis, parties transportant le courant et les connexions

Les connexions électriques ne doivent pas être soumises à un vieillissement excessif.

8.3.4.1 Les connexions, qu'elles soient électriques ou mécaniques, doivent résister aux efforts mécaniques qui se produisent en usage normal.

Les vis mises en œuvre pour la connexion du DDRPC ne doivent pas être des vis du type auto-taraudeuses à découpe.

NOTE Les vis (ou écrous) qui sont mis en œuvre pour la connexion du DDRPC comprennent les vis pour la fixation des capots ou des plaques de recouvrement, mais pas les moyens de connexion pour les conduits filetés et pour la fixation de la base d'un DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 9.6.

8.3.4.2 Pour les vis s'engageant dans un filetage en matériau isolant et qui sont mises en œuvre lors du montage du DDRPC pendant l'installation, une introduction correcte de la vis dans le trou fileté ou l'écrou doit être assurée.

NOTE L'exigence concernant l'introduction correcte est satisfaite si l'introduction en biais de la vis est évitée, par exemple, au moyen d'un guidage de la vis à l'aide de 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.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai manuel décrit en 9.6.

8.3.4.3 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 de la céramique, du mica pur ou autres matières présentant des caractéristiques au moins

équivalentes, sauf si un retrait ou fléchissement éventuel de la matière isolante est susceptible d'être compensé par une élasticité suffisante des parties métalliques.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le caractère approprié de la matière est estimé par rapport à la stabilité des dimensions.

8.3.4.4 Les parties transportant le courant, y compris celles des bornes (également les bornes de terre) doivent être constituées d'un métal ayant, dans les conditions observées avec le matériel, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion adaptées à leur utilisation prévue.

NOTE Les exemples de métaux appropriés, lorsqu'ils sont utilisés dans la plage de températures admissibles et dans des conditions normalisées de pollution chimique, sont les suivants:

- du cuivre;
- un alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces obtenues par laminage (à froid) ou au moins 50 % de cuivre pour les autres pièces;
- de l'acier inoxydable contenant au moins 13 % de chrome et 0,09 % de carbone au maximum;
- un autre métal ou un métal avec revêtement adapté, tout aussi approprié à leur utilisation prévue.

Les exigences de ce paragraphe ne s'appliquent pas aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, éléments bimétalliques, shunts, parties des dispositifs électroniques ainsi qu'aux vis, écrous, rondelles, plaques de serrage ni aux parties similaires des bornes et parties du circuit d'essai.

La conformité est vérifiée par examen et, si nécessaire, par une analyse chimique.

8.3.5 Bornes

8.3.5.1 Bornes pour conducteurs externes

Les bornes pour conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés de sorte que la pression de contact nécessaire soit maintenue de façon permanente.

La conformité est vérifiée par l'essai de 9.7.

8.3.5.2 Bornes de traversée

L'accès aux bornes de traversée doit être possible uniquement par le retrait d'une cloison.

La conformité est vérifiée par examen.

8.4 Caractéristiques de fonctionnement

Les caractéristiques de fonctionnement des DDRPC doivent tenir compte des classifications et des exigences des paragraphes suivants selon le cas.

La conformité des paragraphes suivants est vérifiée par les essais de 9.8.

8.4.1 Fonctionnement en réponse au type de courant différentiel

8.4.1.1 Courant différentiel alternatif

Tous les DDRPC doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel alternatif de la fréquence assignée dans les limites du courant de non-fonctionnement $I_{\Delta no}$ et du courant différentiel de fonctionnement assigné $I_{\Delta n}$ conformément au Tableau 7.

8.4.1.2 Courant différentiel continu pulsé pour DDRPC de type A

Les DDRPC de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel continu pulsé de la fréquence assignée dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement conformément au Tableau 7.

Tableau 7 – Limites du courant de déclenchement

Type	Forme du courant	Courant de déclenchement		
		Courant de non-fonctionnement (limite inférieure)	Courant de fonctionnement (limite supérieure)	
			$I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$	$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
AC et A	Courant alternatif	$0,5 I_{\Delta n}$	$I_{\Delta n}$	
A	Courant continu pulsé unique			
	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°	$0,11 I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$

Les limites de déclenchement s'appliquent indépendamment de la polarité du courant différentiel continu pulsé.

8.4.1.3 Courant différentiel continu pulsé en présence d'un courant continu lissé de repos de 0,006 A

Les DDRPC de type A doivent fonctionner en réponse à une augmentation constante du courant différentiel continu pulsé de la fréquence assignée dans les limites spécifiées du courant de non-fonctionnement et du courant de fonctionnement conformément au Tableau 7, et ce également en cas de présence simultanée d'un courant continu lissé de 0,006 A circulant dans tout chemin du DDRPC.

Les limites de déclenchement du courant continu pulsé doivent être maintenues constantes si les polarités du courant différentiel continu pulsé et du courant continu lissé sont identiques.

8.4.2 Fonctionnement en réponse à la présence d'un courant différentiel dont la valeur est supérieure ou égale à la valeur du courant $I_{\Delta n}$

Le fonctionnement des DDRPC en réponse à l'application brusque d'un courant différentiel doit être conforme à la description des Tableaux 1 et 2.

8.5 Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage

Un DDRPC classé selon 4.2.1 b) ne doit pas permettre la connexion de l'alimentation à la partie socle et/ou les bornes d'alimentation lorsqu'un circuit d'alimentation est connecté directement aux bornes de traversée du DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.9.

NOTE En Australie et en Nouvelle-Zélande, 8.5 n'est pas applicable.

8.6 Appareil d'essai

Le DDRPC doit être muni d'un appareil d'essai conçu pour simuler le passage à travers le dispositif de détection d'un courant différentiel ne dépassant pas $2,5 I_{\Delta n}$ à la tension assignée, en vue de permettre la vérification périodique de l'aptitude au fonctionnement du DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.10.

Il ne doit pas être possible, lors du fonctionnement de l'appareil d'essai, d'alimenter le circuit côté aval lorsque le DDRPC est en position d'ouverture et connecté comme en usage normal.

La conformité est vérifiée par examen.

Le conducteur de protection de l'installation ne doit pas être mis sous tension lorsque l'appareil d'essai est manœuvré.

La conformité est vérifiée par examen.

8.7 Echauffement

Les échauffements des parties d'un DDRPC spécifiés au Tableau 8, mesurés dans les conditions spécifiées en 9.11, ne doivent pas dépasser les valeurs limites indiquées dans ce même tableau.

Le DDRPC ne doit pas subir de dommages de nature à affecter ses fonctions et son utilisation en toute sécurité.

Tableau 8 – Valeurs des échauffements

Parties a, b	Echauffement K
Bornes DDRPC pour connexions externes	60
Parties extérieures susceptibles d'être touchées en service normal	40
Autres parties extérieures, incluant cette face du DDRPC en contact direct avec la surface de montage	60
^a Il n'est pas spécifié de valeur pour les contacts, dans la mesure où la conception de la plupart des DDRPC est telle que la mesure directe de la température de ces parties ne peut pas être effectuée sans risquer de provoquer des altérations ou le déplacement de parties susceptibles d'affecter la reproductibilité des essais. L'essai de 9.11 est considéré suffisant pour la vérification indirecte du comportement des contacts vis-à-vis des échauffements non admissibles en service. ^b Il n'est pas spécifié de valeur pour les parties autres que celles indiquées, les parties adjacentes en matériau isolant ne devant toutefois pas subir de dommages.	

La conformité est vérifiée par les essais de 9.11.

8.8 Résistance à l'humidité

Les DDRPC doivent avoir des propriétés mécaniques adéquates permettant de supporter des conditions humides.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.12.

8.9 Propriétés diélectriques

Les DDRPC doivent avoir des propriétés diélectriques adéquates.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.13.

8.10 Conformité CEM et déclenchements indésirables

8.10.1 CEM

Les DDRPC doivent satisfaire aux exigences CEM appropriées.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.14.1.

8.10.2 Résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant produites par des ondes de surtension pour des DDRPC de valeur $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$

Les DDRPC doivent résister de manière adéquate aux ondes de courant à la terre produites par l'introduction des capacités dans la charge.

NOTE Des ondes de courant de ce type peuvent être dues à la capacité de charge, à des limiteurs de surtension ou à des amorçages.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.14.2.

8.11 Comportement des DDRPC en cas de surintensité

8.11.1 Pour tous les DDRPC

Les DDRPC doivent avoir une capacité adéquate en cas de surcharge ou dans des conditions de court-circuit.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.15 selon le cas.

8.11.2 Comportement des DDRPC classés selon 4.9 c) en cas de surintensité

Les caractéristiques de fonctionnement des DDRPC dans des conditions de surcharge et de surintensité doivent satisfaire aux exigences de 8.11.3 et de 8.11.3.1.

8.11.3 Zone temps-surintensité normalisée pour les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2)

La caractéristique de déclenchement des DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2) doit assurer une protection adéquate contre les surcharges et les surintensités sans fonctionnement prématuré.

La zone de la caractéristique temps-courant (caractéristique de déclenchement) d'un DDRPC est définie par les conditions et les valeurs indiquées dans les Tableaux 9 et 10.

Le Tableau 9 s'applique à tous les DDRPC selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2).

Le Tableau 10 s'applique en complément du Tableau 9 uniquement pour les DDRPC selon 4.9 c) 2).

Le Tableau 9 se rapporte à un DDRPC fixé conformément aux conditions de référence (voir 9.1), fonctionnant à la température de calibrage de référence de 30 °C, avec une tolérance de $^{+5}_0$ °C (voir note du Tableau 9).

La conformité est vérifiée par les essais spécifiés en 9.23.1.

La vérification est effectuée à toute température de l'air jugée commode, les résultats se référant à une température de 30 °C au moyen des informations fournies par le constructeur.

En aucun cas la variation du courant d'essai du Tableau 9 ne doit dépasser 1,2 % par degré K de variation de la température de calibrage.

Tableau 9 – Caractéristiques de fonctionnement temps-(sur)charge

Essai	Type	Courant d'essai	Condition initiale	Limites du temps de déclenchement ou de non-déclenchement	Résultats à obtenir	Observations
a	Tous types	$1,13 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t \leq 1 \text{ h}$	Pas de déclenchement	
b	Tous types	$1,45 I_n$	Immédiatement après l'essai ^{a)}	$t < 1 \text{ h}$	Déclenchement	Courant croissant régulièrement en moins de 5 s
c	Tous types	$2,55 I_n$	Etat froid ^{a)}	$1 \text{ s} < t < 60 \text{ s}$	Déclenchement	

^{a)} Le terme «état froid» signifie sans charge préalable, à la température de calibrage de référence.

Tableau 10 – Caractéristiques de fonctionnement instantané

Essai	Type	Courant d'essai	Condition initiale	Limites du temps de déclenchement ou de non-déclenchement	Résultats à obtenir	Observations
d	B, C	$3 I_n$ $5 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t \leq 0,1 \text{ s}$	Pas de déclenchement	Courant obtenu par la fermeture d'un interrupteur auxiliaire
e	B, C	$5 I_n$ $10 I_n$	Etat froid ^{a)}	$t < 0,1 \text{ s}$	Déclenchement	Courant obtenu par la fermeture d'un interrupteur auxiliaire

^{a)} Le terme «état froid» signifie sans charge préalable, à toute température de l'air jugée commode.

8.11.3.1 Grandeurs conventionnelles

a) Temps conventionnel:

Le temps conventionnel est de 1 h.

b) Surintensité conventionnelle de non-déclenchement (I_{nt}):

La surintensité conventionnelle de non-déclenchement d'un DDRPC correspond à 1,13 fois son courant assigné.

c) Surintensité conventionnelle de déclenchement (I_t):

La surintensité conventionnelle de déclenchement d'un DDRPC correspond à 1,45 fois son courant assigné.

8.11.3.2 Caractéristiques de déclenchement

Les caractéristiques de déclenchement par surcharge et instantané des DDRPC doivent se situer à l'intérieur de la zone définie en 8.11.3.

8.11.3.3 Effet de la température de l'air ambiant sur la caractéristique de déclenchement par surintensité

Les températures ambiantes autres que la température de référence à l'intérieur des limites de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ et $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, ne doivent pas affecter de façon inacceptable la caractéristique de déclenchement par surintensité des DDRPC.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.23.1.3.

8.12 Résistance de l'isolation aux tensions de choc

L'isolation d'un DDRPC doit avoir une résistance adéquate aux tensions de choc.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.16.

8.13 Endurance mécanique et électrique

Les DDRPC doivent être capables d'effectuer un nombre spécifié de manœuvres de fermeture et d'ouverture, ainsi que de fermeture et de coupure.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.17.

8.14 Résistance au choc mécanique

Les DDRPC doivent être capables de supporter les contraintes normalisées qui leur sont imposées pendant l'installation et l'utilisation.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.18.

8.15 Fiabilité

Les DDRPC doivent assurer une protection tout au long de leur durée de vie utile prévue, compte tenu du vieillissement dans des conditions de service vraisemblables.

La vérification est effectuée par les essais de 9.19 et 9.24.

8.16 Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC

Le vernis et l'émail ne sont pas considérés comme assurant un isolement suffisant pour les besoins du présent paragraphe.

8.16.1 Inaccessibilité des parties actives

Les DDRPC doivent être conçus et construits de sorte que lorsqu'ils sont montés et connectés selon les instructions du constructeur, les parties actives ne sont pas accessibles, même après le retrait des parties qui peuvent être retirées sans l'aide d'un outil.

Une partie est considérée comme accessible si on peut la toucher avec le doigt d'essai normalisé (voir Figure 1).

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.20.1.

8.16.2 Boutons accessibles, organes de manœuvre, etc.

Les parties accessibles, boutons, organes de manœuvre, boutons-poussoirs, bascules et analogues, doivent être constituées en matériau isolant, à moins que leurs parties métalliques accessibles ne soient séparées des parties métalliques du mécanisme par une double

isolation ou une isolation renforcée, ou comme solution alternative, soient correctement reliées à la terre.

La conformité est vérifiée par examen.

8.16.3 Les parties accessibles des DDRPC

Les parties accessibles doivent être constituées d'une matière isolante, à l'exception des éléments suivants:

- a) les petites vis et analogues qui sont isolées des parties actives et qui sont utilisées pour fixer les bases et les capots ou les plaques de recouvrement;
- b) les organes de manœuvre conformes à 8.16.2;
- c) les capots ou les plaques de recouvrement en métal conformes aux exigences de 8.16.3.1 ou 8.16.3.2;
- d) les tubes de socle prévus pour être connectés au PE et aux parties du circuit de mise à la terre.

8.16.3.1 Les capots ou les plaques de recouvrement en métal non prévus pour être mis à la terre doivent être protégés par une isolation supplémentaire réalisée par des revêtements ou des cloisons isolants

Les revêtements isolants ou les cloisons isolantes doivent:

- a) être fixés aux capots ou aux plaques de recouvrement ou au corps des interrupteurs de sorte qu'ils ne peuvent pas être retirés sans subir de dommages permanents;
- b) ou sont conçus de telle sorte que
 - i) ils ne peuvent pas être remis en place dans une position incorrecte;
 - ii) s'ils ne sont pas présents, les appareils ne peuvent pas être manœuvrés ou sont manifestement incomplets;
 - iii) il n'existe aucun risque de contact accidentel entre les parties actives et les capots ou les plaques de recouvrement métalliques, par exemple, par l'intermédiaire de leurs vis de fixation, même si un conducteur venait à s'éloigner de sa borne;
 - iv) des mesures de prévention sont prises afin d'empêcher que les valeurs des distances d'isolement ou des lignes de fuite ne deviennent inférieures aux valeurs spécifiées à l'Article 23 de l'IEC 60884-1.

La conformité est vérifiée par examen.

Les revêtements ou cloisons susmentionné(e)s doivent satisfaire aux essais des Articles 16 et 23 de l'IEC 60884-1:2002.

8.16.3.2 Mise à la terre des capots ou des plaques de recouvrement métalliques

La mise à la terre des capots ou des plaques de recouvrement métalliques est effectuée au moment de leur fixation et peut être réalisée sans nécessiter l'utilisation de moyens autres que les moyens de fixation; la connexion qui en résulte doit présenter une résistance faible.

NOTE Des vis de fixation ou autres moyens sont admis.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.20.1.

8.16.4 Degré de protection IP des DDRPC

Le degré de protection minimum des DDRPC doit être IP20.

La conformité des DDRPC avec un degré de protection supérieur à IP 20 est vérifiée par les essais de 9.20.2.

8.17 Résistance à la chaleur

Les DDRPC doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.21.

8.18 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Les parties extérieures des DDRPC en matériau isolant ne doivent pas être susceptibles de s'enflammer et de propager le feu si des parties transportant le courant, dans des conditions de défaut ou de surcharge, atteignent à leur voisinage une température élevée. La résistance à la chaleur anormale et au feu des autres parties en matériau isolant est considérée vérifiée par les autres essais de la présente norme.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.22.

8.19 Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant

Les DDRPC doivent fonctionner correctement dans une plage de températures comprise entre –5 °C et +40 °C.

Les DDRPC conformes à 4.7.3 b) doivent fonctionner correctement dans une plage de températures comprise entre –25 °C et +40 °C.

La conformité est vérifiée par les essais de 9.8.5.

8.20 Résistance aux surtensions temporaires

Les DDRPC doivent résister de manière adéquate aux surtensions temporaires dues aux différents phénomènes (tels que défaut dans le réseau haute tension; coupure du neutre; court-circuit entre le conducteur de phase et le conducteur de neutre, etc.).

Les valeurs des niveaux de surtensions de résistance alternative et leur durée sont indiquées dans le Tableau 11.

Tableau 11 – Valeurs de résistance et durée des surtensions temporaires

Surtensions temporaires		
Circonstance	Niveau de tension	Durée
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^a	$1\,200\text{ V} + U_n$	5 s
Entre la terre et tous les pôles, y compris le neutre, le cas échéant ^a	$250\text{ V} + U_n$	1 h
Entre les 2 pôles	$\sqrt{3} \times U_n$	1 h
^a Uniquement pour DDRPC avec borne PE or FE.		

La conformité aux exigences ci-dessus est vérifiée par l'essai de 9.25.

9 Essais

9.1 Généralités

9.1.1 Conditions d'essai

Le DDRPC est monté individuellement, selon les instructions du constructeur, comme pour une utilisation normale (incluant, le cas échéant, la mise à la terre pour des raisons fonctionnelles connectée au PE via R_g) à l'air libre, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C, sauf spécification contraire, et est protégé contre un réchauffement ou un refroidissement externe excessif.

Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la fréquence assignée ± 5 %.

Les DDRPC conçus pour être installés dans des enveloppes individuelles sont soumis à l'essai dans la plus petite des enveloppes spécifiées par le constructeur.

Les DDRPC classés selon 4.2.2 doivent être soumis à l'essai sans socle(s) fixe(s) associé(s).

Le socle des DDRPC classés selon 4.2.1 doit être soumis à l'essai, conformément à l'IEC 60884-1, mais à la tension assignée du DDR.

Dans les pays où l'IEC 60884-1 n'est pas applicable, les exigences nationales pour les socles s'appliquent.

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à la tension $1,1 U_n$ selon le cas.

Tableau 12 – Conducteurs d'essai en cuivre correspondant aux courants assignés

Courant assigné I_n A	$I_n \leq 6$	$6 < I_n \leq 13$	$13 < I_n \leq 20$	$20 < I_n \leq 25$	$25 < I_n \leq 32$
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6

NOTE 1 Pour les conducteurs en cuivre AWG, voir l'Annexe C.

NOTE 2 Les valeurs supérieures à 30 A sont utilisées dans certains pays comme la Corée.

Pendant les essais, l'entretien ou le démontage des échantillons n'est pas autorisé.

Pour les essais de 9.4, 9.8, 9.11, 9.17 et 9.24, le DDRPC est connecté comme suit:

- les connexions sont effectuées au moyen de conducteurs à âme massive en cuivre, isolés au PVC, conformément au Tableau 12;
- la longueur minimale de chaque connexion provisoire de borne à borne est de 1 m.

Les couples de serrage qui doivent être appliqués aux vis des bornes correspondent aux deux tiers de ceux qui sont spécifiés dans le Tableau 20.

9.1.2 Vérification des caractéristiques des DDRPC

La vérification des caractéristiques des DDRPC est effectuée par les essais de type.

La liste des essais de type exigés par la présente norme est indiquée dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Liste des essais de type

Paragraphe de référence	Exigence	Paragraphe d'essai
8.1	Généralités	
8.2	Informations et marquage	9.2
8.3	Conception mécanique et électrique	9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.26
8.4	Caractéristiques de fonctionnement	9.8
8.5	Comportement des DDRPC avec bornes de traversée en cas de mauvais câblage	9.9
8.6	Appareil d'essai	9.10
8.7	Echauffement	9.11
8.8	Résistance à l'humidité	9.12
8.9	Propriétés diélectriques	9.13
8.10	Conformité CEM et déclenchements indésirables	9.14
8.11	Comportement des DDRPC en cas de surintensité	9.15, 9.23
8.12	Résistance de l'isolation aux ondes de surtension	9.16
8.13	Endurance mécanique et électrique	9.17
8.14	Résistance au choc mécanique	9.18
8.15	Fiabilité	9.19, 9.24
8.16	Protection contre les chocs électriques	9.20
8.17	Résistance à la chaleur	9.21
8.18	Résistance à la chaleur anormale et au feu	9.22
8.19	Comportement des DDRPC dans la plage de températures de l'air ambiant	9.8.5
8.20	Résistance à la surtension temporaire	9.25

9.2 Marquage et vérification de l'indélébilité du marquage

Le marquage doit satisfaire à l'exigence de l'Article 6.

L'essai portant sur l'indélébilité du marquage est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et pendant 15 s encore avec un chiffon de coton imbibé d'hexane aliphatique (avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, un indice de kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température de point sec d'environ 69 °C et une masse spécifique de 0,68 g/cm³).

Le marquage par empreinte, moulage ou gravure, n'est pas soumis à cet essai.

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible. Après la totalité des essais spécifiés dans la présente norme, le marquage doit également être facilement lisible.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes, celles-ci ne devant pas se recroqueviller.

9.3 Vérification du mécanisme à déclenchement libre

9.3.1 Conditions générales d'essai

Le DDRPC est connecté et relié comme en usage normal.

Il est soumis à l'essai dans un circuit pratiquement résistif dont le schéma est indiqué à la Figure 2.

9.3.2 Procédure d'essai

S_1 , S_4 et le DDRPC ayant été préalablement fermés, on fait passer un courant différentiel égal à $1,5 I_{\Delta n}$ en fermant l'interrupteur S_2 et l'organe de manœuvre est maintenu dans la position de fermeture. Le DDRPC doit déclencher.

Cet essai est ensuite répété en réinitialisant et/ou en déverrouillant lentement le DDRPC pendant environ 1 s jusqu'à la position où le courant différentiel commence à s'écouler. Le déclenchement doit s'effectuer sans autre mouvement de l'organe de manœuvre.

Les deux essais sont effectués trois fois, au moins une fois sur chaque pôle prévu pour être raccordé à une phase.

NOTE Si le DDRPC est muni de plus d'un organe de manœuvre, le fonctionnement en déclenchement libre est vérifié pour chaque organe de manœuvre.

9.4 Essai pour la vérification des circuits électroniques

Les DDRPC ne doivent générer aucun risque d'incendie et/ou de choc dans des conditions anormales susceptibles de se produire en service.

Les conditions d'utilisation de tout composant d'un DDRPC doivent être conformes aux caractéristiques de fonctionnement indiquées par marquage sur le composant et/ou spécifiées dans les données fournies par le constructeur.

Lorsque les DDRPC sont exposés à des conditions anormales, aucune partie ne doit atteindre des températures susceptibles de générer un risque d'incendie dans l'environnement des DDRPC et aucune partie active ne doit être accessible.

La conformité est vérifiée en soumettant les DDRPC à l'essai thermique dans les conditions de défaut suivantes:

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués sur les DDRPC lors de leur installation, connexion et chargé comme spécifié en 9.11.

L'examen du DDRPC et de son schéma de circuit révèle les conditions de défaut devant être appliquées.

En règle générale, un échantillon distinct est soumis à chaque condition de défaut devant faire l'objet d'une vérification.

Chacune des conditions de défaut a) à e) suivantes doit être appliquée tour à tour. Un seul essai est effectué pour chacune des conditions de défaut suivantes:

- a) Court-circuit au niveau des distances d'isolement et des lignes de fuite, si dimensions plus petites que celles indiquées par la courbe A de la Figure 3, avec l'exception suivante:

Dans les exigences relatives aux distances d'isolement et aux lignes de fuite entre les conducteurs (dont l'un peut être connecté à un pôle du réseau d'alimentation), présents sur

une carte de circuits imprimés, les valeurs données par la Figure 3 sont remplacées par les valeurs calculées à partir de la formule suivante:

$$\lg d = 0,78 \lg \frac{V}{300} \text{ avec un minimum de } 0,2 \text{ mm}$$

où

d est la distance en millimètres;

V est la valeur de crête de la tension en volts.

NOTE 1 Ces distances peuvent être déterminées en se référant à la Figure 4.

NOTE 2 Les valeurs réduites susmentionnées s'appliquent aux conducteurs proprement dits, mais non aux composants montés ou aux connexions soudées associées. Un revêtement en vernis ou analogue apposé sur des cartes de circuits imprimés n'est pas pris en compte dans le calcul des distances.

Les distances d'isolement et les lignes de fuite, conformes aux exigences du Tableau 6 et les cartes de circuits imprimés avec un revêtement de type 2 conforme à l'IEC 60664-3, sont exclues de cet essai.

b) Court-circuit dans l'isolation constituée de revêtements en vernis ou en émail.

c) Court-circuit ou interruption de semi-conducteurs.

NOTE 3 Pour les circuits intégrés et autres dispositifs à semi-conducteurs comportant plus de deux bornes, le nombre d'essais réalisés ne permet pas de soumettre toutes les combinaisons de bornes à un circuit ouvert et/ou à un court-circuit. Dans ce cas, il est admissible d'analyser en premier lieu et de manière détaillée, par une étude, tous les défauts mécaniques, thermiques et électriques possibles susceptibles de se développer dans le DDRPC en raison du dysfonctionnement du dispositif électronique ou des autres composants de circuit. Seules les combinaisons correspondant aux défauts qui, sur la base de cette analyse, sont considérées comme susceptibles de produire la non-conformité du DDRPC avec les exigences des deux derniers alinéas de ce paragraphe, sont à examiner à l'aide de cette méthode.

d) Court-circuit des condensateurs électrolytiques;

e) Court-circuit ou déconnexion des résistances, inductances ou condensateurs.

NOTE 4 Il n'est pas nécessaire d'appliquer la condition e) si ces composants satisfont aux exigences de 9.5.

Les températures produites par les conditions de défaut sont mesurées pour les parties mentionnées dans le Tableau 14 après qu'un régime permanent ait été atteint ou après 4 h (selon la durée la plus courte) dans chacune des conditions de défaut a) à e).

Ces températures ne doivent pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 14 pendant les essais b) et c). Elles peuvent dépasser les valeurs données dans le Tableau 14 pendant l'essai a).

Après les essais a) à e), les DDRPC peuvent ne plus être capables de satisfaire à toutes les exigences relatives à leurs performances, mais doivent en revanche satisfaire aux exigences de protection contre les chocs électriques selon 9.20.

9.5 Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques

Il s'agit d'exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques utilisés dans les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phases et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture.

9.5.1 Condensateurs

Les condensateurs doivent satisfaire aux exigences de l'IEC 60384-14.

Les types de condensateurs appropriés sont les suivants:

- X_1 ou X_2 lorsqu'ils se rapportent aux interférences;
- Y_1 ou Y_2 lorsqu'ils se rapportent au risque de chocs.

Ces condensateurs doivent comporter un marquage indiquant leur tension assignée en volts, leur capacité assignée en microfarads et leur température de référence en degrés Celsius ou le constructeur peut également fournir des fiches techniques.

9.5.2 Résistances et inductances

Les résistances et les inductances, dont le court-circuitage ou la déconnexion a entraîné la non-conformité avec les exigences de 9.4, doivent satisfaire aux exigences de sécurité pertinentes de l'IEC 60065.

Il n'est pas nécessaire de répéter les essais déjà effectués avec les résistances et les inductances conformes à l'IEC 60065.

Tableau 14 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales

Parties du DDRPC	Température maximale admissible dans des conditions anormales spécifiques °C
Parties accessibles	
Boutons, poignées, surfaces accessibles, enveloppes, si:	
– métalliques	100
– non-métalliques ^a	100
	^b
Surfaces internes d'enveloppes isolantes	135
Cordons d'alimentation et isolation de câblage avec: ^{c, f}	
– polychlorure de vinyle ou caoutchouc synthétique	135
– caoutchouc naturel	
Autres isolations ^c :	
– matières thermoplastiques ^d	^e
– papier non imprégné	105
– carton non imprégné	115
– coton, soie, papier et textile imprégné	125
– stratifiés à base de cellulose ou de textile, collés avec	
• du phénol-formaldéhyde, mélamine-formaldéhyde, phénol-furfural ou du polyester	145
• de la résine époxyde	185
– moulages en	
• phénol-formaldéhyde, ou phénol-furfural, mélamine et mélamine composés phénoliques avec	
– agents de remplissage en cellulose	165
– agents de remplissage minéraux	185
• polyester thermodurcissable avec agents de remplissage minéraux	185
• résine alkyde avec agents de remplissage minéraux	185
– matières composites constituées de:	
• polyester avec armature en fibre de verre	185
• résine époxyde avec armature en fibre de verre	185
– caoutchouc silicone	225
Parties de matières thermoplastiques ^d agissant comme appui ou comme cloison mécanique	^e
Fils de bobinage isolés avec ^{c, f}	
• kapok non imprégné, etc.	110
• kapok imprégné, etc.	135
• matières oléorésineuses	170
• résines de polyvinyl-formaldéhyde ou polyuréthane	185
• résines de polyester	190
• résines de polyestérimide	215
Stratifications d'âme	Comme dans le cas des enroulements appropriés
Bornes et parties susceptibles de venir en contact avec le revêtement de câble lorsqu'il est installé.	135

NOTE Les valeurs données dans ce tableau proviennent du Tableau 3 de l'IEC 60065:2005.

- a Si cette température est supérieure à celle admise par la classe du matériau isolant approprié, la nature de ce matériau constitue l'élément décisif.
- b Les températures admissibles pour la partie interne des enveloppes isolantes sont celles indiquées pour les matériaux isolants appropriés.
- c Dans la présente norme, les températures admissibles sont basées sur l'expérience en service par rapport à la stabilité thermique des matériaux. Les matériaux cités constituent des exemples. Pour les matériaux pour lesquels des limites de température plus élevées sont revendiquées et pour les matériaux autres que ceux énumérés, il convient que les températures maximales ne dépassent pas celles qui se sont révélées satisfaisantes.
- d Le caoutchouc naturel et les caoutchoucs synthétiques ne sont pas considérés comme des matériaux thermoplastiques.
- e Il n'est pas possible de spécifier des températures admissibles pour les matériaux thermoplastiques du fait de leur diversité.
La méthode suivante doit être appliquée pour l'étude du matériau considéré:
a) une température de ramollissement du matériau est déterminée avec un échantillon distinct, dans les conditions spécifiées dans l'ISO 306, avec les modifications suivantes:
– la profondeur de pénétration est de 0,1 mm;
– la poussée totale de 10 N est appliquée avant la remise à zéro du comparateur à cadran ou la consignation de son relevé initial;
b) la limite de température à prendre en considération est la température de ramollissement proprement dite.
- f La possibilité d'augmenter les valeurs pour les fils et les câbles avec un revêtement isolant en polychlorure de vinyle résistant à la chaleur est en cours d'étude.

9.6 Essai de fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions

La conformité avec les exigences de 8.3.4 est vérifiée par examen et, pour les vis et écrous qui sont manœuvrés lors de la connexion du DDRPC, par l'essai suivant.

Les vis ou les écrous sont serrés et desserrés

- 10 fois pour les vis avec engagement dans un filetage en matériau isolant,
- 5 fois dans tous les autres cas.

Les vis ou écrous avec engagement dans un filetage en matériau isolant sont complètement retirés et réinsérés à chaque fois.

L'essai est effectué au moyen d'un tournevis d'essai ou d'une clé approprié(e), en appliquant le couple indiqué au Tableau 15.

Les vis et les écrous ne doivent pas être serrés par à-coups.

L'essai est effectué avec des conducteurs rigides ayant les sections les plus élevées spécifiées au Tableau 12. Le conducteur est retiré chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré(e).

Tableau 15 – Diamètres des filetages et couples appliqués

Diamètre nominal du filetage mm		Couple Nm	
Supérieur à	Jusques et y compris	I ^a	II ^b
–	2,8	0,2	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0
^a La colonne I s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis. ^b La colonne II s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis.			

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit être constaté aucun dommage, tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers, susceptible de nuire à l'usage ultérieur du DDRPC.

De plus, les enveloppes et les capots ne doivent pas être endommagés.

9.7 Bornes à vis et bornes sans vis

9.7.1 Bornes à vis pour conducteurs extérieurs en cuivre

9.7.1.1 Les DDRPC doivent être munis de bornes qui doivent permettre la connexion convenable de conducteurs en cuivre ayant les sections nominales indiquées au Tableau 16.

Tableau 16 – Relation entre le courant assigné et les sections nominales des conducteurs en cuivre à connecter

Courant et type de DDRPC	Conducteurs en cuivre rigides (massifs ou câblés) ^c		Conducteurs en cuivre souples	
	Section nominale mm ²	Diamètre du conducteur le plus gros mm	Section nominale mm ²	Diamètre du conducteur le plus gros mm
6 A	–	–	De 0,75 à 1,5 compris	1,73
10 A 2P et 2P+ 	De 1 à 2,5 compris ^a	2,13	–	–
13 A et 16 A 2P et 2P + 	De 1,5 à 2 x _b 2,5 compris	2,13	–	–
20 A 2P et 2P + 	De 1,5 à 4 compris	2,72	–	–
32 A ^{d)} 2P +	De 2,5 à 10 compris	4,32	–	–
^a La borne doit permettre le raccordement de deux conducteurs de 1,5 mm ² ayant un diamètre de 1,45 mm. ^b Certains pays exigent le repiquage de trois conducteurs de 2,5 mm ² , ou de deux conducteurs de 4 mm ² . ^c L'emploi de conducteurs souples est permis. ^d Cette valeur est pour la Corée.				

Le logement des conducteurs doit être au minimum celui spécifié aux Figures 5, 6, 7 ou 8.

La conformité est vérifiée par examen, par mesure et par introduction de conducteurs de la plus petite et de la plus grande des sections nominales spécifiées.

9.7.1.2 Les bornes à vis doivent permettre le raccordement du conducteur sans préparation spéciale.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le terme «préparation spéciale» comprend l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation de cosses, la formation d'œillets, etc., mais ne comprend 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.

9.7.1.3 Les bornes à vis doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs doivent avoir un pas métrique ISO ou un pas comparable en filetage et en résistance mécanique.

Les vis ne doivent pas être en métal doux ou sujet à craquelures, tel que le zinc ou l'aluminium.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.1.6 et 9.7.1.8.

NOTE Provisoirement, les pas SI, BA et UN sont considérés comme comparables en filetage et en résistance mécanique au pas métrique ISO.

9.7.1.4 Les bornes à vis doivent résister à la corrosion.

Les bornes dont le corps est fait de cuivre ou d'alliage de cuivre, tel que spécifié en 8.3.4, sont considérées comme répondant à cette exigence.

9.7.1.5 Les bornes à vis doivent être conçues et construites de manière qu'elles serrent le ou les conducteurs sans lui ou leur occasionner de dommage excessif.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant:

La borne est placée dans l'appareil d'essai selon la Figure 9 et est équipée d'un ou de plusieurs conducteurs rigides, massifs, câblés et/ou de câbles souples conformément au Tableau 16 d'abord avec des conducteurs de la plus petite section et ensuite avec des conducteurs de la plus grande section nominale, la ou les vis ou le ou les écrous de serrage étant serrés avec le couple de valeur conforme au Tableau 15.

Lorsqu'il n'existe pas de conducteurs rigides câblés, l'essai peut être effectué avec des conducteurs rigides massifs uniquement. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire d'effectuer des essais supplémentaires.

La longueur du conducteur d'essai doit être de 75 mm supérieure à la hauteur (H) spécifiée au Tableau 17.

L'extrémité du conducteur est passée à travers un manchon de taille appropriée dans un plateau placé à une hauteur (H) en dessous de l'équipement comme indiqué au Tableau 17. Le manchon est placé dans un plan horizontal de telle manière que sa ligne médiane décrive un cercle de 75 mm de diamètre, concentrique par rapport au centre de l'organe de serrage, dans le plan horizontal; on fait alors tourner le plateau à une vitesse de (10 ± 2) r/min.

La distance entre l'entrée de l'organe de serrage et la surface supérieure du manchon doit être égale à la hauteur ± 15 mm spécifiée au Tableau 17. Le manchon peut être lubrifié afin d'empêcher la retenue, la torsion ou la rotation du conducteur isolé.

Une masse telle que spécifiée au Tableau 17 est suspendue à l'extrémité du conducteur. La durée de l'essai est de 15 min environ.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit ni s'échapper de l'organe de serrage ni se casser près de l'organe de serrage et il ne doit pas être endommagé de façon telle qu'il soit rendu impropre à un usage ultérieur.

L'essai doit être répété avec des conducteurs rigides massifs lorsqu'ils existent, si le premier essai a été effectué avec des conducteurs rigides câblés.

Tableau 17 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre

Section nominale de conducteur mm ²	Diamètre du trou du manchon ^a mm	Hauteur H mm	Masse pour le conducteur kg
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9
NOTE 1 Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm ² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).			
NOTE 2 Pour les conducteurs de cuivre AWG, voir l'Annexe C.			
^a Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est la plus proche.			

9.7.1.6 Les bornes à vis doivent être conçues de manière qu'elles serrent le conducteur de façon fiable entre des surfaces métalliques.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de conducteurs rigides massifs ou câblés, pour socles fixes, et de conducteurs souples, pour fiches et socles mobiles, de la plus petite section nominale et de la plus grande section nominale spécifiées au Tableau 16, les vis de la borne étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui mentionné dans la colonne appropriée du Tableau 15.

Si la vis a une tête hexagonale fendue, le couple appliqué est égal aux deux tiers de celui qui est indiqué dans la colonne 3 du Tableau 15.

Chaque conducteur est ensuite soumis à une traction comme indiqué au Tableau 18, appliquée sans à coups pendant 1 min dans la direction de l'axe du logement du conducteur.

Tableau 18 – Valeurs pour l'essai de traction appliqué aux bornes à vis

Section nominale de conducteurs acceptée par la borne mm ²	Traction N
Supérieure à 0,75 jusqu'à 1,5 compris	40
Supérieure à 1,5 jusqu'à 2,5 compris	50
Supérieure à 2,5 jusqu'à 4 compris	50
NOTE Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm ² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).	

Si l'organe de serrage est prévu pour deux ou trois conducteurs, la traction appropriée est appliquée successivement à chaque conducteur.

Pendant l'essai, le conducteur ne doit pas se déplacer de façon appréciable dans la borne.

9.7.1.7 Les bornes à vis doivent être conçues ou placées de manière telle que ni un conducteur rigide massif ni un brin d'un conducteur câblé ne puissent s'échapper alors que les vis ou écrous sont serrés.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de conducteurs ayant la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 19.

Les bornes des socles fixes sont vérifiées avec des conducteurs rigides massifs et des conducteurs rigides câblés.

Les bornes des fiches et des socles mobiles sont vérifiées avec des conducteurs souples.

Les bornes prévues pour le repiquage de deux ou trois conducteurs sont vérifiées en les équipant du nombre de conducteurs admissible.

Les bornes sont équipées de conducteurs ayant la constitution indiquée au Tableau 19.

Tableau 19 – Constitution des conducteurs

Section nominale mm ²	Nombre de fils (<i>n</i>) et diamètre nominal des conducteurs <i>n</i> × mm		
	Conducteur souple	Conducteur rigide massif	Conducteur rigide câblé
0,75	24 × 0,20	–	–
1,0	32 × 0,20	1 × 1,13	7 × 0,42
1,5	30 × 0,25	1 × 1,38	7 × 0,52
2,5	50 × 0,25	1 × 1,78	7 × 0,67
4,0	56 × 0,30	1 × 2,25	7 × 0,86

NOTE Il convient de soumettre aux essais les DDRPC ayant un courant assigné de 32 A, avec une section nominale de 10 mm² (voir 12.2 de l'IEC 60884-1:2002).

Avant insertion dans l'organe de serrage de la borne, les brins des conducteurs rigides (massifs ou câblés) sont redressés; les conducteurs rigides câblés peuvent être, en outre, torsadés pour les remettre approximativement dans leur forme initiale; les conducteurs souples sont torsadés dans un sens de telle sorte que l'on réalise une torsion uniforme d'un tour complet sur une longueur approximative de 20 mm.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage de la borne sur la distance minimale prescrite ou, dans le cas où aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement d'un brin.

La vis de serrage est alors serrée avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 20.

Pour les conducteurs souples, l'essai est répété avec un nouveau conducteur qui est torsadé comme précédemment mais en sens inverse.

Après l'essai, aucun brin des conducteurs ne doit s'être échappé de l'organe de serrage réduisant ainsi les lignes de fuite et les distances d'isolement en dessous des valeurs indiquées au Tableau 6.

9.7.1.8 Les bornes à vis doivent être fixées ou situées dans le DDRPC de façon que lorsque les vis ou écrous de serrage sont serrés ou desserrés, les bornes ne prennent pas de jeu par rapport à leur fixation sur les appareils.

NOTE 1 Ces exigences n'impliquent pas que les bornes soient conçues de manière telle que leur rotation ou déplacement soient empêchés, mais tout mouvement est suffisamment limité pour empêcher la non-conformité avec la présente norme.

NOTE 2 L'utilisation d'une matière de remplissage ou d'une résine est considérée comme suffisante pour empêcher une borne de prendre du jeu à condition que

- la matière de remplissage ou la résine ne soit pas soumise à des contraintes en usage normal, et
- l'efficacité de la matière de remplissage ou de la résine ne soit pas altérée par les températures atteintes par la borne dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans la présente norme.

La conformité est vérifiée par examen, par mesure et par l'essai suivant.

Un conducteur rigide massif en cuivre de la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 16 est introduit dans la borne.

Lorsqu'il n'existe pas de conducteurs rigides massifs, l'essai peut être effectué avec des conducteurs rigides câblés.

Avant insertion dans l'organe de serrage de la borne, les brins des conducteurs rigides (massifs ou câblés) sont redressés; les conducteurs rigides câblés peuvent être, en outre, torsadés pour les remettre approximativement dans leur forme initiale.

Le conducteur est introduit dans l'organe de serrage de la borne sur la distance minimale prescrite ou, dans le cas où aucune distance n'est prescrite, jusqu'à ce qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement d'un brin.

Les vis et les écrous sont serrés et desserrés cinq fois au moyen d'un tournevis ou d'une clé d'essai approprié(e), le couple appliqué lors du serrage étant égal à la plus grande des valeurs du couple indiquées dans la colonne appropriée du Tableau 20 ou dans le tableau des Figures 5, 6 ou 7 appropriées,

Le conducteur est déplacé chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale fendue, on effectue uniquement l'essai avec le tournevis, avec les valeurs du couple données dans la colonne 3 du Tableau 20.

Tableau 20 – Couples de serrage pour la vérification de la résistance mécanique des bornes à vis

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
	1 ^a	2 ^b	3 ^c
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	–
Au-dessus de 2,8 et jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	–
Au-dessus de 3,0 et jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	–
Au-dessus de 3,2 et jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	–
Au-dessus de 3,6 et jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
Au-dessus de 4,1 et jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,2
Au-dessus de 4,7 et jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	1,4
^a La colonne 1 s'applique aux vis sans tête si la vis, lorsqu'elle est serrée, ne dépasse pas du trou, et aux autres vis qui ne peuvent pas être serrées au moyen d'un tournevis ayant une lame plus large que le diamètre de la vis. ^b La colonne 2 s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis et aux vis et écrous qui sont serrés par d'autres moyens qu'un tournevis. ^c La colonne 3 s'applique aux écrous des bornes à capots taraudés qui sont serrées au moyen d'un tournevis.			

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas prendre de jeu et il ne doit être constaté aucun dommage tel que bris de vis ou détérioration des têtes, fentes (rendant impossible l'utilisation du tournevis approprié), des filetages, des rondelles ou des étriers susceptible de nuire à l'usage ultérieur des bornes.

NOTE 3 Pour les bornes à capots taraudés, le diamètre nominal spécifié est celui de la tige fendue.

NOTE 4 Il convient que la forme de la lame du tournevis d'essai soit adaptée à la tête de la vis à soumettre à l'essai.

NOTE 5 Il convient de ne pas serrer les vis et les écrous par à-coups.

9.7.1.9 Les vis ou écrous de serrage des bornes de terre à vis de serrage doivent être convenablement protégés 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 un essai manuel.

NOTE En général, les modèles de bornes représentés aux Figures 5, 6, 7 et 8 procurent une élasticité suffisante pour répondre à cette exigence; pour d'autres modèles, des dispositions spéciales, telles que l'utilisation d'une pièce élastique adéquate non susceptible d'être retirée de manière intempestive, peuvent être nécessaires.

9.7.1.10 Les bornes de terre à vis de serrage doivent être telles qu'il n'existe aucun risque de corrosion résultant du contact entre elles et le cuivre du conducteur de terre ou tout autre métal qui se trouve en contact avec elles.

Le corps des bornes de terre doit être en laiton ou un autre métal présentant une résistance similaire à la corrosion, à moins qu'il ne fasse partie du cadre ou de l'enveloppe métallique; dans ce cas, la vis ou l'écrou doit être en laiton ou un autre métal présentant une résistance similaire à la corrosion.

Si le corps de la borne de terre fait partie d'un cadre ou d'une enveloppe en alliage d'aluminium, des mesures de prévention doivent être prises pour éviter le risque de corrosion résultant du contact entre le cuivre et l'aluminium ou ses alliages.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Les vis ou les écrous en acier traité pour supporter l'essai de corrosion sont considéré(e)s comme étant constitué(e)s d'un métal de même résistance à la corrosion que le laiton.

9.7.1.11 Pour les bornes à trou, la distance entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond, doit être au moins celle spécifiée à la Figure 5.

NOTE La distance minimale entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur s'applique uniquement aux bornes à trou que le conducteur ne peut pas traverser directement.

Pour les bornes à capots taraudés, la distance entre la partie fixe et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond, doit être au moins celle spécifiée à la Figure 8.

La conformité est vérifiée par mesure, après avoir introduit et serré à fond un conducteur massif de la plus grande section nominale spécifiée au Tableau 16.

9.7.2 Bornes sans vis pour conducteurs extérieurs en cuivre

9.7.2.1 Les bornes sans vis peuvent être soit du type prévu uniquement pour les conducteurs rigides en cuivre, soit du type convenant à la fois aux conducteurs rigides et aux conducteurs souples en cuivre.

Pour ce dernier type, les essais sont effectués tout d'abord avec des conducteurs rigides, puis répétés avec des conducteurs souples.

NOTE Ce paragraphe ne s'applique pas aux DDRPC équipés de:

- bornes sans vis nécessitant la fixation de pièces spéciales sur les conducteurs avant leur serrage dans la borne sans vis, par exemple, les raccords de connexion à clips;
- bornes sans vis nécessitant un torsadage des conducteurs, par exemple, celles avec épissures;
- bornes sans vis assurant un contact direct avec les conducteurs au moyen de lames ou de pointes pénétrant à travers l'enveloppe isolante.

9.7.2.2 Les bornes sans vis doivent être munies de deux organes de serrage permettant chacun le raccordement convenable de conducteurs rigides ou de conducteurs en cuivre rigides et souples ayant les sections nominales indiquées au Tableau 21.

Tableau 21 – Correspondance entre le courant assigné et les sections des conducteurs en cuivre raccordables des bornes sans vis

Courant assigné A	Conducteurs		
	Section nominale mm ²	Diamètre du plus grand conducteur rigide mm	Diamètre du plus grand conducteur souple mm
De 10 à 16 inclus	De 1,5 à 2,5 inclus	2,13	2,21

Lorsque deux conducteurs doivent être raccordés, chaque conducteur doit être introduit dans un organe de serrage séparé indépendant (mais pas nécessairement dans des trous séparés).

La conformité est vérifiée par examen et par l'insertion de conducteurs de la plus petite et de la plus grande des sections nominales spécifiées.

9.7.2.3 Les bornes sans vis doivent permettre le raccordement du conducteur sans préparation spéciale.

La conformité est vérifiée par examen.

NOTE Le terme «préparation spéciale» comprend l'étamage des fils du conducteur, l'utilisation d'embouts, etc., mais ne comprend 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.

9.7.2.4 Les parties des bornes sans vis principalement destinées au passage du courant doivent être constituées de matériaux conformes aux spécifications données en 8.3.4.

La conformité est vérifiée par examen et par analyse chimique.

NOTE Les ressorts, organes élastiques, plaquettes de serrage et organes analogues ne sont pas considérés comme des parties principalement destinées au passage du courant.

9.7.2.5 Les bornes sans vis doivent être conçues de telle façon qu'elles serrent les conducteurs spécifiés avec une pression de contact suffisante et sans dommage excessif pour le conducteur.

Le conducteur doit être serré entre des surfaces métalliques.

NOTE Les conducteurs sont considérés comme endommagés de manière excessive s'ils présentent des empreintes profondes ou tranchantes appréciables.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.6 La façon de réaliser l'insertion et la déconnexion des conducteurs doit être facile à reconnaître.

La déconnexion prévue d'un conducteur doit nécessiter une opération, autre qu'une seule traction sur le conducteur, susceptible d'être effectuée manuellement à l'aide ou non d'un outil d'usage courant.

Il ne doit pas être possible de confondre l'ouverture prévue pour l'utilisation d'un outil qui permet la connexion ou la déconnexion avec l'ouverture prévue pour le conducteur.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.7 Les bornes sans vis destinées à être utilisées pour l'interconnexion d'au moins deux conducteurs doivent être conçues de façon que:

- lors de l'insertion, le fonctionnement de l'organe de serrage d'un des conducteurs soit indépendant du fonctionnement de celui de l'autre ou des autres conducteurs;
- lors de la déconnexion, les conducteurs puissent être déconnectés soit en même temps soit séparément;
- chaque conducteur soit introduit dans un organe de serrage séparé (pas nécessairement dans des orifices séparés);
- il soit possible de serrer de façon sûre tout nombre de conducteurs jusqu'au nombre maximum prévu.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais manuels avec les conducteurs appropriés (en nombre et en dimensions).

9.7.2.8 Les bornes sans vis des DDRPC fixes doivent être conçues de façon telle que l'insertion convenable du conducteur apparaisse de manière évidente et qu'une mauvaise insertion soit empêchée par une butée, si une insertion ultérieure est susceptible de réduire les lignes de fuite et/ou distances d'isolement prescrites au Tableau 6 ou d'influencer le fonctionnement du DDRPC.

NOTE Pour l'application de cette exigence, une indication appropriée de la longueur de l'isolant à enlever avant l'introduction du conducteur dans la borne sans vis peut être soit portée sur le DDRPC, soit donnée dans une notice d'instructions jointe au DDRPC.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

9.7.2.9 Les bornes sans vis doivent être fixées correctement au DDRPC.

Elles ne doivent pas prendre de jeu lors de la connexion ou de la déconnexion des conducteurs pendant l'installation.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 9.7.2.10.

Un recouvrement par de la matière de remplissage sans autre moyen de blocage n'est pas suffisant. Des résines autdurcissables peuvent cependant être utilisées pour bloquer les bornes qui ne sont pas soumises à des efforts mécaniques en usage normal.

9.7.2.10 Les bornes sans vis doivent supporter les contraintes mécaniques se produisant en usage normal.

La conformité est vérifiée par les essais suivants, qui sont effectués avec des conducteurs non isolés sur une borne sans vis de chaque échantillon, en utilisant un nouvel échantillon pour chaque essai.

L'essai est effectué avec des conducteurs rigides massifs en cuivre, d'abord avec des conducteurs de la plus grande section nominale, puis avec des conducteurs de la plus petite section nominale spécifiée au Tableau 21.

Les conducteurs sont connectés et déconnectés cinq fois, des conducteurs neufs étant utilisés à chaque fois sauf à la cinquième fois, lorsque les conducteurs utilisés pour la quatrième connexion étant alors serrés au même endroit. Pour chaque connexion, les conducteurs sont poussés aussi loin que possible dans la borne ou sont insérés de façon qu'un raccordement convenable soit évident.

Après chaque connexion, le conducteur est soumis à une force de traction ayant la valeur indiquée dans le Tableau 22, la force de traction étant appliquée sans secousses pendant 1 min suivant l'axe longitudinal du logement du conducteur.

Tableau 22 – Valeur pour l'essai de traction aux bornes sans vis

Courant assigné A	Force de traction N
De 10 à 16 inclus	30

Pendant l'application de la traction le conducteur ne doit pas sortir de la borne sans vis.

L'essai est alors répété avec des conducteurs rigides câblés, en cuivre, de la plus grande et de la plus petite des sections nominales spécifiées en 9.7.2.2. Ces conducteurs ne sont toutefois connectés et déconnectés qu'une seule fois.

Les bornes sans vis prévues aussi bien pour des conducteurs rigides que pour des conducteurs souples doivent également être soumises à l'essai avec des conducteurs souples, en effectuant cinq connexions et cinq déconnexions.

Pour les DDRPC fixes avec bornes sans vis, chaque conducteur est soumis pendant 15 min à un mouvement circulaire de (10 ± 2) r/min, en utilisant un appareil dont un exemple est donné à la Figure 9. Pendant cet essai, une masse ayant la valeur indiquée au Tableau 23 est suspendue à l'extrémité du conducteur.

Tableau 23 – Valeurs pour l'essai de flexion sous charge mécanique des conducteurs en cuivre

Section nominale du conducteur mm ²	Diamètre du trou du manchon ^a mm	Hauteur H mm	Masse pour le conducteur kg
0,5	6,5	260	0,3
0,75	6,5	260	0,4
1,0	6,5	260	0,4
1,5	6,5	260	0,4
2,5	9,5	280	0,7
4,0	9,5	280	0,9

NOTE Pour les conducteurs en cuivre AWG¹, voir l'Annexe C.

^a Si le diamètre du trou du manchon n'est pas assez grand pour recevoir le conducteur sans retenue, on peut utiliser un manchon dont la taille du trou est la plus proche.

¹ AWG: en anglais: American Wire Gauge.

Pendant l'essai, les conducteurs ne doivent pas se déplacer de manière notable dans l'organe de serrage.

Après ces essais, ni les bornes ni les organes de serrage ne doivent avoir pris de jeu et les conducteurs ne doivent présenter aucune détérioration nuisant à leur emploi ultérieur.

9.7.2.11 Les bornes sans vis doivent supporter les contraintes électriques et thermiques se produisant en usage normal.

La conformité est vérifiée par les essais suivants a) et b), qui sont effectués sur cinq bornes sans vis de DDRPC n'ayant été utilisés pour aucun autre essai.

Les deux essais sont effectués avec des conducteurs en cuivre neufs.

- a) L'essai est effectué en faisant passer dans les bornes sans vis, pendant 1 h, un courant alternatif, comme spécifié au Tableau 24, et en raccordant les conducteurs massifs rigides de 1 m de long et ayant les sections nominales spécifiées dans le même tableau.

L'essai est effectué sur chaque organe de serrage.

Tableau 24 – Courant d'essai pour la vérification des contraintes électriques et thermiques en usage normal sur les bornes sans vis

Courant assigné A	Courant d'essai A	Section nominale du conducteur mm ²
10	17,5	1,5
16	22	2,5
NOTE 1 Pour les DDRPC ayant des courants assignés inférieurs à 10 A, le courant d'essai est déterminé proportionnellement et la section nominale des conducteurs est de 1,5 mm ² .		
NOTE 2 Pour les DDRPC ayant des courants assignés inférieurs à 16 A et supérieurs à 10 A, le courant d'essai est déterminé proportionnellement et la section nominale des conducteurs est de 2,5 mm ² .		

Pendant l'essai, on ne fait pas passer le courant à travers le DDRPC, mais uniquement à travers les bornes.

Immédiatement après cette période, la chute de tension dans chaque borne sans vis est mesurée sous le courant assigné.

En aucun cas la chute de tension ne doit dépasser 15 mV.

Les mesures sont effectuées à travers chaque borne sans vis et aussi près que possible de la zone de contact.

Si le raccordement en arrière de la borne n'est pas accessible, les échantillons peuvent être convenablement préparés par le constructeur; on doit par ailleurs veiller à ne pas compromettre le comportement des bornes.

On doit veiller à s'assurer que, pendant la période de l'essai, y compris les mesures, les conducteurs et les dispositifs de mesure ne sont pas déplacés de manière notable.

- b) Les bornes sans vis déjà soumises à la détermination de la chute de tension spécifiée dans l'essai du point a) précédent sont soumises à l'essai comme suit:

Pendant l'essai, on fait passer un courant égal à la valeur du courant d'essai indiquée au Tableau 24.

Aucune partie de l'installation d'essai, y compris les conducteurs, ne doit être déplacée tant que les mesures de la chute de tension n'ont pas été achevées.

Les bornes sont soumises à 192 cycles de température, chaque cycle ayant une durée d'environ 1 h et étant exécuté comme suit:

- le courant circule pendant environ 30 min;
- aucun courant ne circule pendant une période supplémentaire d'environ 30 min.

La chute de tension de chaque borne sans vis est déterminée comme spécifié pour l'essai de a) après chacun des 24 cycles de température et après achèvement des 192 cycles de température.

En aucun cas la chute de tension ne doit dépasser la plus petite des deux valeurs suivantes, à savoir 22,5 mV ou deux fois la valeur mesurée après le 24^e cycle.

Après cet essai, un examen effectué avec une vue normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire ne doit déceler aucune modification empêchant indiscutablement une utilisation ultérieure telle que craquelures, déformations ou modifications similaires.

De plus, l'essai de résistance mécanique selon 9.7.2.10 est répété, et tous les échantillons doivent y résister.

9.7.2.12 Les bornes sans vis doivent être conçues de telle façon que le conducteur massif rigide qui y est relié reste serré même lorsqu'il a subi une déflexion pendant son installation normale, par exemple, pendant le montage dans une boîte, et que la contrainte en résultant est transférée à l'organe de serrage.

La conformité est vérifiée par l'essai suivant, effectué sur trois échantillons de DDRPC n'ayant été utilisés pour aucun autre essai.

L'appareil d'essai dont le principe est indiqué à la Figure 10a doit être construit de façon telle que

- un conducteur spécifié, convenablement introduit dans une borne, puisse subir une déflexion dans l'une quelconque des 12 directions situées à 30° l'une de l'autre, avec une tolérance pour chaque direction de $\pm 5^\circ$, et que
- le point de démarrage puisse être modifié de 10° et 20° par rapport au point original.

NOTE 1 Il n'est pas nécessaire de spécifier une direction de référence.

La déflexion du conducteur à partir de sa position droite vers les positions d'essai doit être effectuée au moyen d'un dispositif approprié exerçant sur le conducteur, à une certaine distance de la borne, une force spécifiée.

Le dispositif de déflexion doit être conçu de façon telle que

- la force soit appliquée dans une direction perpendiculaire à l'axe du conducteur droit,
- la déflexion soit obtenue sans rotation ou déplacement du conducteur dans l'organe de serrage,
- la force reste appliquée pendant la mesure prescrite de la chute de tension.

Des dispositions doivent être prises pour que l'on puisse mesurer la chute de tension à travers l'organe de serrage en essai lorsque le conducteur est raccordé, comme indiqué par exemple à la Figure 10b.

L'échantillon est monté sur la partie fixe de l'appareil d'essai de telle façon que le conducteur spécifié puisse être dévié librement après avoir été inséré dans l'organe de serrage en essai.

NOTE 2 Si nécessaire, le conducteur inséré peut être courbé de façon permanente autour d'obstacles de façon que ceux-ci n'influencent pas les résultats de l'essai.

NOTE 3 Dans certains cas, à l'exception du cas de guidage pour le conducteur, il peut être indiqué de retirer les parties des échantillons qui ne permettent pas la déflexion du conducteur correspondant à la force à appliquer.

Afin d'éviter l'oxydation, l'isolation du conducteur doit être enlevée immédiatement avant le début de l'essai.

Un organe de serrage est équipé, comme en usage normal, d'un conducteur rigide massif en cuivre de la plus petite section nominale spécifiée au Tableau 25 et est soumis à une première séquence d'essais; le même organe de serrage est soumis à une deuxième séquence d'essais en utilisant le conducteur de la plus grande section nominale spécifiée, à moins que la première séquence d'essais n'ait pas été satisfaisante.

La force pour la déflexion du conducteur est spécifiée au Tableau 26, la distance de 100 mm étant mesurée depuis l'extrémité de la borne, y compris le guidage éventuel pour le conducteur, jusqu'au point d'application de la force sur le conducteur.

L'essai est réalisé avec un courant permanent (c'est-à-dire que le courant n'est ni établi ni coupé pendant l'essai); il convient d'utiliser une alimentation appropriée et d'insérer dans le circuit une résistance adéquate de façon que les variations du courant soient maintenues à $\pm 5\%$ pendant l'essai.

Tableau 25 – Sections nominales des conducteurs rigides en cuivre pour l'essai de déflexion des bornes sans vis

Courant assigné du DDRPC A	Section nominale du conducteur d'essai mm ²	
	Première séquence d'essais	Deuxième séquence d'essais
Jusqu'à 6 inclus	1,0 ^a	1,5
Supérieur à 6 jusqu'à 16 inclus	1,5	2,5

^a Uniquement pour les pays où l'usage des conducteurs de section 1,0 mm² est autorisé dans les installations fixes.

Tableau 26 – Forces pour l'essai de déflexion

Section nominale du conducteur d'essai mm ²	Force pour la déflexion du conducteur d'essai ^a N
1,0	0,25
1,5	0,5
2,5	1,0

^a Les forces sont choisies de façon telle qu'elles contraignent les conducteurs à une valeur proche de la limite de l'élasticité.

Un courant d'essai égal au courant assigné du DDRPC est appliqué à l'organe de serrage en essai. Une force conforme au Tableau 25 est appliquée au conducteur d'essai inséré dans l'organe de serrage en essai dans une des 12 directions indiquées à la Figure 10a et la chute de tension dans l'organe de serrage est mesurée. La force est ensuite supprimée.

La force est ensuite appliquée successivement dans chacune des 11 directions restantes indiquées à la Figure 10a en suivant la même procédure d'essai.

Si pour l'une des 12 directions d'essai, la chute de tension est supérieure à 25 mV, la force est maintenue dans cette direction jusqu'à ce que la chute de tension soit réduite à une valeur inférieure à 25 mV, mais pas pendant plus de 1 min. Après que la chute de tension a

atteint une valeur inférieure à 25 mV, la force est maintenue appliquée dans la même direction pendant une période supplémentaire de 30 s, pendant laquelle la chute de tension ne doit pas augmenter.

Les deux autres échantillons de DDRPC du lot sont soumis à l'essai en suivant la même procédure, mais en décalant de 10° environ pour chaque échantillon les 12 directions d'application de la force.

Si un échantillon n'a pas satisfait à l'essai pour une des directions d'application de la force d'essai, les essais sont recommencés sur un autre jeu d'échantillons, qui doivent tous satisfaire à cette nouvelle série d'essais.

9.8 Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A

9.8.1 Circuit d'essai

Le DDRPC est connecté conformément à la Figure 2.

Sauf spécification contraire, les essais doivent être effectués à $0,85 U_n$ et $1,1 U_n$.

Le circuit d'essai doit avoir une inductance négligeable.

Les appareils pour la mesure du courant différentiel doivent indiquer (ou permettre de déterminer) la valeur efficace vraie.

Les appareils servant à la mesure du temps doivent donner une erreur relative maximale sur la mesure n'excédant pas 10 % de la valeur mesurée.

9.8.2 Vérification du comportement en cas de défaillance de la tension d'alimentation

Avec l'interrupteur d'essai S_2 en position d'ouverture, S_1 et S_4 ainsi que le DDRPC en position de fermeture:

On ouvre ensuite l'interrupteur S_1 .

Seuls les DDRPC classés selon 4.1.2 a) et 4.1.2 b) doivent s'ouvrir automatiquement.

On referme l'interrupteur S_1 .

Seuls les DDRPC classés selon 4.1.2 b) doivent se refermer automatiquement.

Pour les DDRPC comportant un système d'ouverture manuel, l'essai est répété avec S_2 et le DDRPC en position ouverte et S_1 et S_4 en position fermée:

L'interrupteur S_1 est alors ouvert et refermé.

Le DDRPC ne doit pas se refermer automatiquement.

Pour les besoins de cet essai, le bouton d'essai n'est pas considéré comme étant un système d'ouverture manuel.

9.8.3 Essais à vide avec des courants différentiels alternatifs sinusoïdaux à la température de référence de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$

Le DDRPC doit satisfaire aux essais de 9.8.3.1, 9.8.3.2 et 9.8.3.3 (chacun comportant cinq mesures sauf à partir de 175 A où une seule mesure est faite), qui sont effectués respectivement sur un seul pôle pris au hasard, les échantillons n'étant toutefois pas tous soumis à l'essai avec le même pôle.

9.8.3.1 Vérification du fonctionnement correct en cas de croissance régulière du courant différentiel

Les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 , S_4 , et le DDRPC, étant en position de fermeture, on fait croître progressivement le courant différentiel, à partir d'une valeur au plus égale à $0,2 I_{\Delta n}$, pour essayer d'atteindre la valeur de $I_{\Delta n}$ dans un délai maximal de 30 s. Le courant de déclenchement est mesuré chaque fois.

Les cinq valeurs mesurées doivent toutes être comprises entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

9.8.3.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel

La vérification est effectuée comme suit:

- a) Le circuit d'essai étant étalonné à la valeur $I_{\Delta n}$ et les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 , S_4 étant fermés, le DDRPC est également fermé sur le circuit de façon à reproduire aussi fidèlement que possible les conditions de service. Cinq mesures du temps de fonctionnement sont effectuées. Aucune mesure ne doit dépasser la valeur limite spécifiée dans le Tableau 1 ou dans le Tableau 2 le cas échéant.
- b) Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 a), après le dernier déclenchement provoqué par le courant différentiel, l'interrupteur S_1 est ouvert puis refermé sans réinitialisation manuelle du DDRPC.

Le DDRPC doit rester en position d'ouverture.

NOTE Au Royaume-Uni, la refermeture momentanée des contacts pendant une durée ne dépassant pas celle indiquée dans le Tableau 1, lorsque la tension d'alimentation est rétablie dans les conditions de défaut, est admise.

- c) Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 b), la fermeture des interrupteurs S_1 , S_4 signifie la fermeture du DDRPC. L'ouverture de l'interrupteur S_1 doit entraîner l'ouverture du DDRPC. L'interrupteur S_2 , puis l'interrupteur, S_1 , sont fermés. Toute nouvelle fermeture du DDRPC doit entraîner son déclenchement dans le délai spécifié approprié. L'essai est effectué cinq fois à la valeur $I_{\Delta n}$ avec mesure du temps de fonctionnement. Aucune mesure ne doit dépasser la valeur limite spécifiée appropriée, indiquée dans le Tableau 1.

9.8.3.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine du courant différentiel

Pour les DDRPC classés selon 4.1.1, le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 1, les interrupteurs d'essai S_2 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S_1 .

Pour les DDRPC classés selon 4.1.2 a) et b), le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 1, les interrupteurs d'essai S_1 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S_2 .

Le DDRPC doit déclencher pendant chaque essai.

Cinq essais, avec un délai de 60 s entre chacun, sont effectués à chaque valeur du courant différentiel avec mesure du temps de fonctionnement; l'essai à partir de 175 A et au-dessus n'est effectué qu'une seule fois.

Aucune valeur ne doit dépasser la valeur limite appropriée spécifiée dans le Tableau 1.

9.8.4 Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence

Les essais de 9.8.3.2 a) et 9.8.3.3 sont répétés, le DDRPC étant chargé à son courant assigné pendant un temps suffisant pour que les conditions de régime permanent soient atteintes. Dans la pratique, ces conditions sont atteintes lorsque la variation de l'échauffement ne dépasse pas 1 K/h.

9.8.5 Vérification du fonctionnement correct aux limites de température avec et sans application de charge

9.8.5.1 DDRPC classés selon 4.7.3 a) et 4.7.3 b)

Le DDRPC doit subir les essais dans les conditions suivantes:

- a) en 9.8.3.3 à $0,85 U_n$ et à la température ambiante: -5 °C sans charge;
- b) en 9.8.3.2 a) et 9.8.3.3 à $1,1 U_n$ et à la température ambiante: $+40\text{ °C}$, le DDRPC étant chargé avec le courant assigné jusqu'à ce qu'il atteigne les conditions thermiques de régime permanent et monté comme indiqué en 9.11.

Dans la pratique, ces conditions sont atteintes lorsque la variation de l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K/h.

NOTE 1 Un préchauffage peut être effectué à une tension réduite.

NOTE 2 Le courant et la tension peuvent provenir de deux sources séparées. Un exemple est donné à la Figure 11.

9.8.5.2 Vérification du fonctionnement correct à des températures de l'air ambiant faibles pour les DDRPC classés selon 4.7.3 b)

Les DDRPC avec enveloppe sont soumis à l'essai dans leur enveloppe, les DDRPC sans enveloppe étant pour leur part placés dans une enveloppe individuelle avec un degré de protection IP55, et connectés comme pour un usage normal (voir Figure 2).

NOTE 1 Il convient qu'aucun trou de drainage pratiqué dans l'enveloppe ne soit ouvert pour cet essai.

NOTE 2 Les DDRPC soumis à l'essai dans des enveloppes de protection IP55 peuvent également être utilisés dans des enveloppes d'un degré de protection autre que le degré IP55 dans la plage de températures de -25 °C à $+40\text{ °C}$.

Le DDRPC (y compris l'enveloppe) est placé dans une chambre d'essai appropriée avec une température de l'air ambiant de $(23 \pm 2)\text{ °C}$ et une humidité relative de $(93 \pm 3)\%$. Le rapport volumique de la chambre d'essai et des échantillons (y compris les enveloppes) doit être supérieur à 50.

Le DDRPC est en position d'ouverture sans charge et doit être soumis au cycle suivant (voir Figure 12).

La température est maintenue à $(23 \pm 2)\text{ °C}$ et l'humidité est maintenue à $(93 \pm 3)\%$ pendant les 6 premières heures (période de stabilisation). La température de l'air ambiant est réduite à $(-25 \pm 2)\text{ °C}$ sans aucun apport d'humidité pendant les 6 h suivantes. Cette température de $(-25 \pm 2)\text{ °C}$ est maintenue pendant 6 h. La température est portée à $(+23 \pm 2)\text{ °C}$ et l'humidité relative est portée à $(93 \pm 3)\%$ pendant les 6 h suivantes (fin du premier cycle). Ce cycle est exécuté cinq fois.

Pendant ces cycles le DDRPC ne doit pas déclencher.

Au cours du cinquième cycle, à la fin de la période à la température de $(-25 \pm 2) ^\circ\text{C}$, un courant différentiel alternatif circule dans un pôle du DDRPC (voir Figure 2).

Pour les DDRPC, le courant différentiel est étalonné à $1,25 I_{\Delta n}$ et établi par la fermeture de l'interrupteur d'essai S_2 . Un seul essai est effectué sur un pôle prélevé de manière aléatoire. Le temps de fonctionnement mesuré ne doit pas être supérieur à la valeur spécifiée dans le Tableau 1 pour $I_{\Delta n}$.

De plus, le DDRPC de type A est soumis à l'essai avec des courants différentiels continus pulsés immédiatement après l'essai susmentionné effectué, avec un courant différentiel alternatif, le circuit d'essai correspondant à la Figure 14.

Le courant différentiel est étalonné à $1,25 \times 2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta} \leq 0,01 \text{ A}$, et à $1,25 \times 1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$. L'angle de retard de conduction doit être $= 0^\circ$, la position de l'interrupteur d'essai S_3 est fixée de manière aléatoire et le courant est établi par fermeture de l'interrupteur d'essai S_2 . Un seul essai est effectué sur un pôle prélevé de manière aléatoire. Le temps de fonctionnement mesuré ne doit pas être supérieur à la valeur spécifiée dans le Tableau 1 pour $I_{\Delta n}$.

Après ces essais, un examen visuel doit démontrer que les matériaux n'ont pas subi de détérioration qui affecte l'utilisation ultérieure du DDRPC, ce dernier devant pouvoir être mis sous tension sans la présence de courant différentiel à la température de $-25 ^\circ\text{C}$.

9.8.6 Essais supplémentaires pour les DDRPC équipés d'un FE

La valeur de R_e dans la Figure 2 doit être 150Ω .

NOTE La valeur R_e ci-dessus tient compte du fait que les DDRPC ne sont pas prévus pour être utilisés dans un système IT.

9.8.6.1 Vérification du fonctionnement correct en cas de croissance régulière du courant différentiel

Répéter l'essai de 9.8.3.1 une fois à $0,85 U_n$ et avec l'interrupteur d'essai S_4 en position d'ouverture.

La valeur mesurée doit être comprise entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

9.8.6.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel

Répéter les essais de 9.8.3.2 une fois à $0,85 U_n$ avec l'interrupteur d'essai S_4 en position d'ouverture.

9.8.6.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine du courant différentiel

Le circuit d'essai étant étalonné à $5 I_{\Delta n}$ avec $0,9 U_n$, l'interrupteur d'essai S_1 et le DDRPC en position de fermeture, l'interrupteur S_4 étant pour sa part en position d'ouverture, le courant différentiel est établi soudainement en fermant de l'interrupteur d'essai S_2 .

Le DDRPC doit déclencher.

Un essai doit être effectué à $5 I_{\Delta n}$ avec mesure du temps de fonctionnement.

La valeur du temps de fonctionnement ne doit pas dépasser la valeur limite appropriée spécifiée dans le Tableau 1.

9.8.7 Vérification du fonctionnement correct des DDRPC de type A aux courants différentiels avec composante continue

Les conditions d'essai de 9.8.1 s'appliquent, à l'exception du fait que les circuits d'essai doivent être ceux présentés dans la Figure 14 et la Figure 15, selon le cas.

9.8.7.1 Vérification du bon fonctionnement dans le cas d'une augmentation continue d'un courant différentiel continu pulsé

L'essai doit être effectué selon la Figure 14.

Les interrupteurs d'essai S_1 , S_2 et S_4 et le DDRPC en essai sont fermés. Le thyristor correspondant doit être commandé de telle façon que les angles de retard de conduction α de 0° , 90° et 135° soient obtenus. Chaque pôle du DDRPC doit être soumis à l'essai à deux reprises pour chaque angle de retard de conduction, deux fois dans la position I et deux fois dans la position II de l'interrupteur d'essai S_3 .

Pour chaque essai, le courant, en partant de zéro, doit être augmenté de manière constante dans une période de 30 s à

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$;
- $2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01 \text{ A}$.

Le courant de déclenchement doit être conforme au Tableau 27.

Tableau 27 – Plages de courant de déclenchement pour les DDRPC en cas de courant continu pulsé

Angle α	Courant de déclenchement A	
	Limite inférieure pour chaque valeur de α	Limite supérieure pour toutes les valeurs de α
0°	$0,35 I_{\Delta n}$	Pour $I_{\Delta n} \leq 10 \text{ mA}$: $2 I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 10 \text{ mA}$: $1,4 I_{\Delta n}$
90°	$0,25 I_{\Delta n}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

9.8.7.2 Vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels continus pulsés en présence d'un courant continu de repos lissé de 0,006 A

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon la Figure 15 avec un courant différentiel redressé d'une demi-onde (angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$) et un courant continu de repos lissé de 0,006 A.

Chaque pôle du DDRPC est soumis à l'essai deux fois successivement dans chacune des positions I et II.

Pour chaque essai, le courant I_1 d'une demi-onde, en partant de zéro, doit être augmenté de manière constante dans une période de 30 s à

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01 \text{ A}$;

– $2 I_{\Delta n}$ pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01$, A.

Le courant I_1 d'une demi-onde étant augmenté de façon continue, en partant de zéro, avec un taux d'accroissement approximatif de $1,4 I_{\Delta n} / 30$ A/s pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 0,01$ A et $2 I_{\Delta n} / 30$ A/s pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 0,01$ A, le dispositif doit déclencher avant que ce courant d'une demi-onde I_1 n'atteigne une valeur ne dépassant pas $1,4 I_{\Delta n}$ ou $2 I_{\Delta n}$ selon le cas.

9.8.7.3 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés à apparition soudaine

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon la Figure 14.

Le circuit est étalonné de manière successive aux valeurs de I_{Δ} données dans le Tableau 2.

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées dans le Tableau 2, les interrupteurs d'essai S_1 , S_4 et le DDRPC étant en position de fermeture, le courant différentiel est établi soudainement en fermant l'interrupteur d'essai S_2 .

Deux mesures du temps de fonctionnement sont effectuées pour chacune des valeurs à un angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$, l'interrupteur auxiliaire S_3 étant en position I pour la première mesure et en position II pour la seconde mesure.

Aucune valeur ne doit dépasser les valeurs limites spécifiées données dans le Tableau 2.

9.8.7.4 Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence

Les essais de 9.8.7.1 sont répétés, uniquement avec l'angle de retard de conduction $\alpha = 0^\circ$, le DDRPC étant chargé au courant assigné, ce courant étant établi peu de temps avant l'essai.

NOTE La mise en charge sous le courant assigné n'est pas indiquée à la Figure 14.

9.9 Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage

Avec le DDRPC en position d'ouverture, une tension d'alimentation de $0,7 U_n$ pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 250 V c.a. ou de $0,85 U_n$ pour les dispositifs dont la tension assignée ne dépasse pas 130 V c.a. est reliée directement aux bornes de traversée. Dans cette condition, aucune tension ne doit apparaître aux bornes d'alimentation du DDRPC et au niveau du socle.

Une tentative doit être alors faite pour fermer le DDRPC. Si le DDRPC peut être fermé, ce dernier ne doit pas rester en position de fermeture.

NOTE En Australie et en Nouvelle-Zélande, cet article n'est pas applicable.

9.10 Vérification de l'appareil d'essai

9.10.1 Vérification du courant différentiel simulé

Pour vérifier que les ampères-tours provoqués par l'activation de l'appareil d'essai sont inférieurs à 2,5 fois les ampères-tours produits par un courant différentiel égal à $I_{\Delta n}$, à la tension assignée, on mesure l'impédance du circuit de l'appareil d'essai, et on calcule le courant d'essai, en tenant compte de la configuration du circuit de l'appareil d'essai.

Si, pour une telle vérification, le démontage du DDRPC s'avère nécessaire, un échantillon séparé doit être utilisé.

NOTE 1 La vérification de l'endurance de l'appareil d'essai est considérée comme couverte par les essais de 9.17.

NOTE 2 Si l'essai est effectué avec un courant différentiel continu pulsé, la valeur $2,5 I_{\Delta n}$ est multipliée par le facteur 2 pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} \leq 10$ mA et 1,4 pour les DDRPC avec $I_{\Delta n} > 10$ mA.

9.10.2 Vérification du fonctionnement de l'appareil d'essai

La vérification est effectuée comme suit:

- a) Le DDRPC étant alimenté sous une tension égale à 1,1 fois la tension assignée, l'appareil d'essai est momentanément activé 25 fois, à des intervalles de 5 s, le DDRPC étant refermé avant chaque manœuvre.
- b) L'essai a) est ensuite répété, mais une seule fois, en maintenant en position de fermeture l'organe de manœuvre de l'appareil d'essai pendant 30 s.
- c) L'essai a) est ensuite répété à 0,85 fois la tension assignée.

Le DDRPC doit fonctionner à chaque essai a), b) et c). Après l'essai, il ne doit montrer aucune altération susceptible de compromettre son emploi ultérieur.

9.11 Vérification de la limite d'échauffement

9.11.1 Conditions d'essai

Les conditions d'essai de 9.1 s'appliquent, à l'exception du fait que le DDRPC doit être alimenté à $1,05 U_n$.

Les DDRPC doivent être construits de façon qu'ils satisfassent à l'essai d'échauffement suivant.

Les vis ou les écrous des bornes, s'ils existent, sont serrés avec un couple de torsion égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 15.

Les DDRPC pour montage encastré sont montés dans des boîtes pour montage encastré. La boîte est placée dans un bloc de bois de pin, l'espace entre la boîte et le bloc de pin étant rempli de plâtre de telle façon que la face avant de la boîte ne dépasse pas et ne soit pas à plus de 5 mm en retrait de la face avant du bloc de bois de pin.

NOTE 1 Il convient de laisser sécher le montage d'essai pendant au moins sept jours après assemblage initial.

La taille du bloc de pin, qui peut être fabriqué en plusieurs éléments, doit être telle qu'il y ait au moins 25 mm de bois entourant le plâtre, ce dernier ayant une épaisseur comprise entre 10 mm et 15 mm autour des dimensions maximales des côtés et du fond de la boîte.

NOTE 2 Les côtés de la cavité dans le bloc de pin peuvent avoir une forme cylindrique.

Le(s) câble(s) relié(s) au DDRPC doit (doivent) entrer dans la partie supérieure de la boîte, le(s) point(s) d'entrée étant étanche(s) pour empêcher l'air de circuler. La longueur de chaque conducteur dans la boîte doit être de (80 ± 10) mm.

Les DDRPC pour montage en saillie doivent être montés au centre de la surface d'un bloc de bois qui doit avoir au moins 20 mm d'épaisseur, 500 mm de large et 500 mm de haut.

Les autres types de DDRPC doivent être montés selon les instructions du constructeur ou, en l'absence de telles instructions, dans la position d'usage normal considérée comme donnant les conditions les plus sévères.

Le montage d'essai doit être placé dans un environnement sans courant d'air pour l'essai.

Lorsque des fiches doivent être utilisées pour effectuer l'essai, elles doivent comporter des broches en laiton ayant les dimensions minimales spécifiées.

9.11.2 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 couples thermoélectriques disposés symétriquement autour du DDRPC à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du DDRPC.

Les thermomètres ou couples thermoélectriques doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

NOTE Il convient de veiller à éviter les erreurs dues aux variations brusques de température.

9.11.3 Procédure d'essai

9.11.3.1 Essai pour les DDRPC classés selon 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3.

On fait passer un courant égal à I_n simultanément par les deux pôles du DDRPC entre les bornes d'alimentation et le côté aval du DDRPC (socle, bornes de sortie ou conducteurs volants) pendant une durée suffisante pour que l'échauffement atteigne l'état d'équilibre thermique. Dans la pratique, cette condition est atteinte lorsque la variation de l'échauffement ne dépasse pas 1 K/h.

Pendant cet essai, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs indiquées au Tableau 8.

9.11.3.2 Essai supplémentaire pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b)

L'essai décrit en 9.11.3.1 est ensuite répété avec un courant égal à I_n passant simultanément par les deux pôles du DDRPC entre les bornes d'alimentation et les traversées.

9.11.4 Mesure de l'échauffement des différentes parties

La température des différentes parties spécifiées au Tableau 8 doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques à fils fins ou par des moyens équivalents, placés le plus près possible du point le plus chaud.

On doit assurer une bonne conductivité thermique entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie en essai.

9.12 Résistance à l'humidité

9.12.1 Préparation du DDRPC pour essai

Les parties des DDRPC qui peuvent être enlevées sans l'aide d'un outil sont retirées et soumises au traitement d'humidité avec la partie principale. Les couvercles faisant ressort, lorsqu'ils existent, sont maintenus ouverts pendant ce traitement.

Les orifices d'entrée éventuels sont laissés ouverts; si des parties défonçables sont prévues, l'une d'elles est ouverte. Le DDRPC doit être en position d'ouverture, sans tension d'alimentation et à l'air libre.

9.12.2 Conditions d'essai

Le traitement hygroscopique est effectué dans une enceinte humide contenant de l'air ayant une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air dans lequel l'échantillon est placé, est maintenue à ± 1 K près à toute valeur quelconque convenable T comprise entre 20 °C et 30 °C.

Avant d'être placé dans l'enceinte humide, l'échantillon est amené à une température comprise entre la température T °C et $(T + 4)$ °C.

9.12.3 Procédure d'essai

Le DDRPC est maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

NOTE 1 On peut obtenir une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) dans l'eau, présentant une surface de contact avec l'air suffisamment grande.

NOTE 2 Pour obtenir les conditions spécifiées à l'intérieur de l'enceinte, il est recommandé d'assurer la circulation permanente de l'air dans l'enceinte et d'employer une enceinte thermiquement isolée.

9.12.4 Etat du DDRPC après l'essai

Après ce traitement, l'échantillon ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente norme et doit, lorsqu'il est retiré de l'enceinte, satisfaire aux essais de 9.13.1 et 9.13.2.

9.13 Essai des propriétés diélectriques

9.13.1 Résistance d'isolement du circuit principal

Après un intervalle compris entre 30 min et 60 min suivant l'essai de 9.12, on mesure la résistance d'isolement 5 s après avoir appliqué une tension continue d'environ 500 V, dans l'ordre successif suivant:

- a) le DDRPC étant en position d'ouverture, entre chaque paire de bornes, broches ou tubes de contact de socles, qui sont reliées électriquement entre elles lorsque le DDRPC est dans la position de fermeture;
- b) le DDRPC étant en position de fermeture, entre les deux pôles, les composants électroniques raccordés entre les voies de courant étant pour leur part déconnectés pour cet essai (lorsqu'il n'est pas possible de maintenir le DDRPC en position de fermeture, chaque pôle est ponté par une connexion extérieure);
- c) le DDRPC étant en position de fermeture, entre les pôles reliés entre eux et la masse, y compris une feuille métallique en contact avec la surface extérieure de l'enveloppe interne en matériau isolant, s'il y a lieu (les composants raccordés entre les parties actives et le chemin de terre d'un DDRPC peuvent être déconnectés pour cet essai);
- d) entre les parties métalliques internes du mécanisme et la masse;

NOTE Un accès à la partie métallique interne du mécanisme peut être spécialement prévu pour cette mesure par le constructeur.

- e) pour les DDRPC comportant une enveloppe métallique avec un revêtement intérieur en matériau isolant, entre la masse et une feuille métallique en contact avec la surface intérieure du revêtement en matériau isolant éventuel, y compris les manchons et les dispositifs analogues.

Le terme « masse » comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec les surfaces en matériau isolant accessibles en usage normal;
- les vis de fixation des capots qui doivent être retirées pour la connexion du DDRPC.

Pour les besoins de cet essai, le conducteur de protection est relié à la masse.

Pour les mesures selon b), c), d) et e), la feuille métallique est appliquée de manière que le composé éventuel soit effectivement soumis à l'essai.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à

- 2 MΩ pour les mesures selon a) et b),
- 5 MΩ pour les autres mesures.

9.13.2 Rigidité diélectrique du circuit principal

Immédiatement après que le DDRPC a satisfait aux essais de 9.13.1, la tension d'essai spécifiée ci-dessous est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées en 9.13.1, les composants électroniques éventuels étant déconnectés 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 pouvoir fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun déclencheur à maximum de courant du transformateur ne doit fonctionner lorsque le courant dans le circuit de sortie est inférieur à 100 mA.

Les valeurs de la tension d'essai doivent être les suivantes:

- 2 000 V pour a) à d) de 9.13.1; une valeur de tension alternative de 1 500 V est admise pour les DDRPC avec un courant différentiel assigné de 6 mA destinés à être utilisés dans un réseau biphasé avec un point milieu de 120 V.
- 2 500 V pour e) de 9.13.1.

On commence par appliquer une tension ne dépassant pas la moitié de la valeur prescrite, puis on l'élève en moins de 5 s à la valeur maximale.

Il ne doit se produire ni contournement ni claquage pendant l'essai.

Il n'est pas tenu compte des décharges luminescentes qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

9.13.3 Capacité de résister à des tensions continues élevées résultant des mesures d'isolement

Une source de tension continue ayant les caractéristiques suivantes est utilisée:

- tension à vide: $600 \text{ V} + \frac{25 \text{ V}}{0}$
 - taux d'ondulation maximal: 5 %
- où

$$\text{taux d'ondulation (\%)} = \frac{\text{valeur maximale} - \text{valeur moyenne}}{\text{valeur moyenne}} \times 100$$

- courant de court-circuit: $12 \text{ mA} + \frac{2 \text{ mA}}{0}$

L'essai est effectué sur le DDRPC en position de fermeture. Lorsqu'il n'est pas possible de maintenir le DDRPC en position de fermeture, chaque pôle est ponté par une connexion extérieure.

La tension d'essai est appliquée pendant 1 min:

- a) entre les deux pôles reliés entre eux et la masse métallique éventuelle, raccordé au FE éventuel et la borne PE éventuelle;

b) entre les deux pôles.

Après ce traitement, le DDRPC doit pouvoir satisfaire aux essais spécifiés en 9.8.3.3.

9.14 Conformité CEM et déclenchements indésirables

9.14.1 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les essais CEM doivent être effectués conformément à l'IEC 61543 comme suit:

Les essais énumérés dans le Tableau 28 sont couverts et ne doivent pas être répétés.

Tableau 28 – Essais à appliquer pour la CEM

Référence aux Tableaux 4 et 5 de l'IEC 61543:1995	Phénomènes électromagnétiques	Essais de la présente norme
T 1.3	Variations d'amplitude de tension	9.8.1
T 1.4	Déséquilibre de la tension	9.8.1
T 1.5	Variations de la fréquence de puissance	9.1.1
T 1.8	Champs magnétiques	9.15 et 9.23
T 2.4	Transitoires oscillants de courant	9.14.2

Les essais restants dans les Tableaux 4, 5 et 6 de l'IEC 61543:1995 doivent être effectués selon les séquences d'essais CEM1, CEM2 et CEM3 énumérés à l'Annexe A de la présente norme.

Pour les dispositifs contenant un oscillateur à fonctionnement continu, l'essai de CISPR 14-1 doit être effectué sur les échantillons avant d'effectuer les essais de l'IEC 61543.

9.14.2 Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010 \text{ A}$ (essai d'onde sinusoïdale fortement amortie)

Le DDRPC est soumis à l'essai en utilisant un générateur d'ondes de courant capable de fournir un courant oscillant amorti comme indiqué à la Figure 16. Un exemple de schéma de circuit pour l'essai du DDRPC est présenté à la Figure 17. Un pôle du DDRPC, choisi au hasard, est soumis à 10 applications de l'onde de courant. La polarité de l'onde de courant doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications consécutives doit être d'environ 30 s.

Les impulsions de courant doivent être mesurées à l'aide des moyens appropriés et ajustées en utilisant un échantillon supplémentaire de DDRPC du même type afin de satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur de crête: $25 \text{ A} \begin{smallmatrix} +10 \% \\ 0 \end{smallmatrix}$;
- temps de montée virtuel: $0,5 \mu\text{s} \pm 30 \%$;
- période de l'onde oscillatoire suivante: $10 \mu\text{s} \pm 20 \%$;
- chaque crête successive: environ 60 % de la crête précédente.

Pendant les essais, le DDRPC ne doit pas déclencher.

9.15 Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité

9.15.1 Liste des essais de surintensité

Les différents essais destinés à vérifier le comportement du DDRPC dans des conditions de surintensité sont présentés dans le Tableau 29.

Tableau 29 – Essais destinés à vérifier le comportement des DDRPC dans des conditions de surintensité

Vérification	DDRPC classé selon:	
	4.9 a), b), c) 1)	4.9 c) 2)
Pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.15.2.2	–
Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$	9.15.2.3	9.15.2.3
Coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc}	9.15.2.4 a)	–
Coordination avec le pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.15.2.4 b)	–
Coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$	9.15.2.4 c)	–
Pouvoir de fermeture et de coupure de la fiche et du ou des socles séparés ou incorporés aux éléments intégrés du DDRPC	9.15.3	9.15.3
Essai à 1 500 A		9.23.2.1
Essai de pouvoir de court-circuit assigné I_{cn}		9.23.2.2

9.15.2 Essais de court-circuit

9.15.2.1 Conditions générales d'essai

Les conditions de 9.15.2 sont applicables à tout essai destiné à vérifier le comportement du DDRPC dans des conditions de court-circuit.

a) Circuit d'essai

La Figure 18 fournit le schéma du circuit à utiliser pour les essais.

La source d'alimentation S fournit un circuit comprenant des résistances R, des bobines de réactance L, le DPCC éventuel, le DDRPC en essai et les résistances supplémentaires R_2 et/ou R_3 , selon le cas.

Si le DDRPC ou la fiche associée comporte un fusible, aucun SPCD supplémentaire n'est nécessaire.

Les valeurs des résistances et des bobines de réactance du circuit d'essai doivent être ajustées afin de satisfaire aux conditions d'essai spécifiées.

Les bobines de réactance L doivent être sans fer. Elles doivent toujours être reliées en série avec les résistances R, et leur valeur doit être obtenue par un couplage en série des bobines de réactance individuelles. La connexion en parallèle des bobines de réactance est possible si ces dernières ont pratiquement la même constante de temps.

Les caractéristiques de tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comportant des bobines de réactance sans fer n'étant pas représentatives des conditions de service normal, la bobine de réactance sans fer doit être shuntée par une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant traversant la bobine, sauf accord contraire entre le constructeur et l'utilisateur.

Dans chaque circuit d'essai, les résistances R et les bobines de réactance L sont insérées entre la source d'alimentation S et le DDRPC en essai.

Le DPCC, ou l'impédance équivalente (voir 9.15.2.2 a) et 9.15.2.3 a)), est inséré entre les résistances R et le DDRPC en essai.

La résistance supplémentaire R_3 , lorsqu'elle est utilisée, doit être insérée du côté aval du DDRPC en essai.

Pour les essais de 9.15.2.4 a) et c), les DDRPC doivent être raccordés avec des câbles d'une longueur de 0,75 m par pôle et ayant une section maximale correspondant au courant assigné selon le Tableau 12.

NOTE 1 Il est recommandé que la longueur de câble raccordée du côté alimentation soit de 0,5 m, la longueur de câble raccordée devant être de 0,25 m du côté aval du DDRPC.

Le schéma du circuit d'essai doit être mentionné dans le rapport d'essai. Il doit être conforme au chiffre approprié de la présente norme.

Un seul point du circuit d'essai uniquement doit être raccordé directement à la terre. Ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai, le point neutre de la source d'alimentation ou tout autre point convenable. La méthode de mise à la terre doit être indiquée dans le rapport d'essai.

R_2 , correctement étalonnée, est une résistance qui permet d'obtenir l'un des courants suivants:

- un courant différentiel de $10 I_{\Delta n}$ qui provoque le fonctionnement du DDRPC dans le temps de fonctionnement minimal approprié spécifié dans le Tableau 1 ou le Tableau 2;
- le pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$;
- le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$.

S_1 est un interrupteur.

Afin de vérifier la valeur d'énergie minimale en condition de court-circuit I^2t et le courant de crête minimal I_p auxquels le DDRPC classé selon 4.9 a) et 4.9 c) 1) doit résister de manière à obtenir des résultats d'essai reproductibles, le DPCC doit être matérialisé par un fil d'argent lorsqu'on utilise l'appareil d'essai illustré à la Figure 19.

Le fil d'argent doit avoir un diamètre de 0,35 mm et contenir au moins 99,9% d'argent pur.

Les valeurs approchées correspondantes de I^2t et I_p sont 1 kA²s et 1,02 kA respectivement lorsque les essais sont effectués au courant conditionnel de court-circuit assigné ou au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné (valeur de courant présumé: 1 500 A) jusqu'à un courant assigné de 16 A. Pour des courants assignés plus élevés, un fil d'argent d'un diamètre de 0,5 mm doit être utilisé dont les valeurs approchées correspondantes de l'énergie en condition de court-circuit I^2t et du courant de crête I_p sont 4,1 kA²s et 1,5 kA respectivement.

Le fil d'argent doit être inséré dans la position appropriée de l'appareil d'essai, à savoir à l'horizontale et en position tendue.

Le fil d'argent doit être remplacé après chaque essai.

Toutes les parties conductrices du DDRPC en essai qui sont normalement mises à la terre en service, y compris le support métallique sur lequel le DDRPC est monté ou placé, ou toute enveloppe métallique (voir 9.15.2.1 f)), doivent être raccordées au point neutre de la source d'alimentation ou à un point neutre artificiel sensiblement non inductif qui permet d'appliquer un courant de défaut présumé d'au moins 100 A.

Cette connexion doit comprendre un fil de cuivre F d'un diamètre de 0,1 mm et d'une longueur minimale de 50 mm permettant de détecter le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance R_1 qui limite la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

Le capteur de courant O_1 est connecté du côté aval du DDRPC en essai.

Le capteur de tension O_2 est relié aux raccords d'alimentation du DDRPC en essai.

Sauf indication contraire dans le rapport d'essai, la résistance des circuits de mesure doit être au moins de 100 Ω par volt de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

Les DDRPC sont alimentés du côté alimentation sous la tension assignée.

Dans le cas de DDRPC qui dépendent de la tension d'alimentation, afin de permettre d'exécuter les manœuvres de fermeture, il est nécessaire d'insérer le dispositif T de court-circuit ou un dispositif supplémentaire de court-circuit dans cette position du côté aval du DDRPC.

b) Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais concernant la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination correcte entre le DDRPC et le DPCC doivent être effectués avec des valeurs des grandeurs et des facteurs d'influence indiqués par le constructeur conformément au Tableau 6 de la présente norme, sauf spécification contraire.

Les essais sont considérés comme valables si les grandeurs consignées dans le rapport d'essai se situent dans les limites de tolérance suivantes pour les valeurs spécifiées:

- courant: $+5\%$
0
- fréquence: $\pm 5\%$
- facteur de puissance: $0_{-0,05}^0$
- tension: $\pm 5\%$ (y compris la tension de rétablissement à fréquence industrielle).

c) Facteur de puissance du circuit d'essai

Le facteur de puissance du circuit d'essai (voir le Tableau 30) doit être déterminé selon une méthode reconnue devant être mentionnée dans le rapport d'essai.

Tableau 30 – Plages de facteurs de puissance du circuit d'essai

Courant d'essai I_{cc} A	Plage de facteurs de puissance correspondante
$I_{cc} \leq 1\,500$	0,93 à 0,98
$1\,500 < I_{cc} \leq 3\,000$	0,85 à 0,90

d) Tension de rétablissement à fréquence industrielle

La valeur de la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être égale à une valeur correspondant à 105 % de la tension assignée du DDRPC en essai.

NOTE 2 La valeur de 105 % de la tension assignée est considérée comme couvrant les effets des variations de la tension du système dans les conditions de service normal. La limite supérieure peut être augmentée avec l'accord du constructeur.

Après chaque extinction de l'arc, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant une durée d'au moins 0,1 s.

e) Etalonnage du circuit d'essai

Le DDRPC en essai et le DPCC éventuel sont remplacés par des connexions provisoires G_1 dont l'impédance est négligeable par comparaison avec celle du circuit d'essai.

Pour l'essai de 9.15.2.4 a), les connexions aval du DDRPC en essai sont court-circuitées au moyen de connexions C d'impédance négligeable, les résistances R et les bobines de réactance L étant ajustées de manière à obtenir, à la tension d'essai, un courant égal au courant conditionnel de court-circuit assigné avec le facteur de puissance indiqué. Le circuit d'essai est mis sous tension simultanément dans les deux pôles, la courbe de courant étant pour sa part enregistrée par le capteur de courant O_1 .

Par ailleurs, pour les essais de 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 b) et c), les résistances supplémentaires R_2 et/ou R_3 sont utilisées, si nécessaire, pour obtenir les valeurs du courant d'essai requis (I_m , $I_{\Delta m}$ et $I_{\Delta c}$ respectivement).

f) Etat du DDRPC pour l'essai

Le DDRPC doit être assemblé et raccordé selon les instructions du constructeur.

Les DDRPC pour encastrement doivent être testés dans la boîte appropriée.

Pour la manœuvre d'ouverture (O) uniquement, une feuille transparente de polyéthylène, d'une épaisseur de $(0,05 \pm 0,01)$ mm, qui dépasse d'au moins 50 mm les dimensions hors tout de la face avant de l'appareil dans toutes les directions, mais non inférieure à 200 mm × 200 mm, est fixée et tendue de manière raisonnable dans un cadre, placé à 20 mm de

- soit de la position la plus débordante (position déclenchée ou non) d'un appareil dont l'organe de manœuvre ne se trouve pas dans un renforcement,
- soit du bord du renforcement d'un appareil dont l'organe de manœuvre se trouve dans un renforcement.

Il convient que la feuille ait les propriétés physiques suivantes:

- masse volumique à 23 °C $(0,92 \pm 0,05)$ g/cm³;
- point de fusion 110 °C à 120 °C.

Le mécanisme de commande des opérations de commutation doit simuler le mieux possible la manœuvre manuelle normale.

Il doit être vérifié que le DDRPC en essai fonctionne correctement à vide lorsqu'il est utilisé dans les conditions spécifiées.

g) Séquence de manœuvres

La procédure d'essai comprend une séquence de manœuvres. Les symboles suivants permettent de définir la séquence de manœuvres:

- O représente une manœuvre d'ouverture, le court-circuit étant établi par l'interrupteur T avec le DDRPC en essai et le DPCC éventuel, dans la position de fermeture;
- CO représente une manœuvre de fermeture du DDRPC en essai, l'interrupteur T et le DPCC éventuel étant en position de fermeture, suivie par une ouverture automatique (dans le cas d'un DPCC, voir 9.15.2.4);
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit. Ce dernier doit être de 3 min ou d'une durée plus longue susceptible d'être requise pour le réarmement ou le remplacement du DPCC, s'il y a lieu.

h) Comportement du DDRPC pendant les essais

Pendant les essais, le DDRPC en essai ne doit pas mettre en danger l'opérateur.

De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni contournement entre les pôles ou entre les pôles et les parties conductrices exposées, ni manœuvre du dispositif F.

Lorsqu'un fusible intégré est prévu, il peut fonctionner pendant l'essai.

i) Etat du DDRPC après les essais

Après chacun des essais applicables, effectués conformément à 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) et 9.15.2.4 c), le DDRPC en essai ne doit présenter aucun dommage qui affecte son utilisation ultérieure, la feuille de polyéthylène ne devant pour sa part pas présenter de trou visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Le DDRPC doit être capable, sans entretien, de

- satisfaire aux exigences de 9.13.2 mais à une tension égale à deux fois sa tension assignée pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité;
- établir et couper son courant assigné sous sa tension assignée.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.2 a), le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.15.2.2 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Cet essai ne s'applique pas aux DDRPC classés selon 4.9 c) 2).

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DDRPC à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants de court-circuit, tandis que le courant différentiel provoque le fonctionnement du DDRPC.

L'essai doit être effectué sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), l'essai doit être effectué, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

a) Conditions d'essai

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC externe inséré dans le circuit.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC et par des connexions ayant approximativement l'impédance du DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée avec un courant différentiel de fonctionnement égal à $10 I_{\Delta n}$ passant à travers l'interrupteur S_1 et la résistance R_2 :

CO – t – CO – t – CO

9.15.2.3 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DDRPC à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants de court-circuit différentiels.

L'essai doit être effectué sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), l'essai doit être effectué, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

a) Conditions d'essai

Le DDRPC doit être soumis à l'essai selon les conditions générales d'essai spécifiées en 9.15.2.1 sans DPCC externe inséré dans le circuit, mais en étant connecté de telle façon que le courant de court-circuit soit un courant différentiel.

Pour cet essai, les résistances R_3 ne sont pas utilisées, le circuit étant laissé ouvert.

La voie de courant qui n'est pas soumise au courant de court-circuit différentiel est connectée à la tension d'alimentation à sa borne amont. Pour les DDRPC classés selon 4.1.1 et munis d'un FE, le FE est connecté, l'alimentation du neutre ne l'est pas.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC et par des connexions ayant approximativement l'impédance du DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

L'essai est effectué sur chaque pôle sauf sur le pôle marqué N, le cas échéant.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

Pour la manœuvre de coupure, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension, de façon que le point d'initiation soit $(45 \pm 5)^\circ$.

9.15.2.4 Vérification de la coordination entre le DDRPC et le DPCC

Cet essai ne s'applique pas aux DDRPC classés selon 4.9 c) 2).

Ces essais sont destinés à vérifier que le DDRPC protégé par le DPCC est capable de supporter sans dommage des courants de court-circuit jusqu'à son courant conditionnel de court-circuit assigné (voir 5.3.1.2 et 5.3.1.3).

Les essais doivent être effectués sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Les DDRPC classés selon 4.2.1 b), les essais doivent être effectués, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

Le courant de court-circuit est interrompu par l'association du DDRPC et du DPCC.

Pendant l'essai, soit le DDRPC, soit le DPCC, ou les deux à la fois peuvent s'ouvrir. Toutefois, si seul le DDRPC s'ouvre, l'essai est également considéré comme satisfaisant.

Le DPCC est remplacé ou réarmé selon le cas après chaque manœuvre.

Les essais suivants sont effectués dans les conditions générales de 9.15.2.1:

- un essai effectué sans établir aucun courant différentiel afin de vérifier que le DPCC protège le DDRPC jusqu'au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} , conformément à a) ci-dessous;
- un essai effectué sans établir aucun courant différentiel afin de vérifier que le DPCC fonctionne et protège le DDRPC à un courant de court-circuit correspondant au pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m , conformément à b) ci-dessous;
- un essai destiné à vérifier qu'en cas de courts-circuits phase-terre, avec des courants jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$, le DDRPC est capable de supporter les contraintes correspondantes, en raison de la protection par le DPCC, conformément à c) ci-dessous.

Pour les manœuvres de coupure, l'interrupteur T est synchronisé par rapport à l'onde de tension, de façon que le point d'initiation soit $(45 \pm 5)^\circ$.

a) Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel 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 fermeture et de coupure assigné (I_m)

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel n'est établi.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

c) Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

1) Conditions d'essai

Le DDRPC doit être connecté de telle façon que le courant de court-circuit soit un courant différentiel.

L'essai est effectué sur chaque pôle à l'exception du pôle marqué N, le cas échéant.

La voie de courant qui n'est pas soumise au courant de court-circuit différentiel est connectée à la tension d'alimentation à sa borne amont.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC en essai et par le DPCC.

L'interrupteur S_1 reste fermé.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

9.15.3 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classé selon 4.2.1

La conformité est vérifiée selon l'Article 20 de l'IEC 60884-1:2002 mais à la tension assignée du DDR.

9.16 Vérification des distances dans l'air du DDRPC par l'essai de tenue aux tensions de choc

Si la mesure des distances d'isolement des éléments 2, 3 et 4 du Tableau 6 montre une réduction de la longueur requise, le présent essai s'applique. Cet essai est effectué immédiatement après vérification effectuée en 9.13 (mesure de la résistance d'isolement et des propriétés diélectriques).

NOTE 1 La mesure des distances d'isolement peut être remplacée par cet essai.

L'essai est effectué sur un DDRPC connecté comme en usage normal et en position de fermeture.

Les ondes de choc sont délivrées par un générateur produisant des ondes de choc ayant un temps de montée de 1,2 μ s et un temps à mi-hauteur de 50 μ s, les tolérances étant les suivantes:

- ± 5 % pour la valeur crête;
- ± 30 % pour le temps de montée;
- ± 20 % pour le temps à mi-hauteur.

Pour chaque essai, cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives sont appliqués.; l'intervalle entre les impulsions consécutives étant d'au moins 1 s pour les impulsions de même polarité et d'au moins 10 s pour les impulsions de polarité opposée.

Lorsque l'essai de tenue aux tensions de choc est exécuté sur un DDRPC complet, l'atténuation ou l'amplification de la tension d'essai doit être prise en compte. Il faut s'assurer que la valeur requise de la tension d'essai est appliquée aux bornes de l'équipement à l'essai.

L'impédance d'onde de l'appareil d'essai doit avoir une valeur nominale pas plus haute que 500 Ω .

NOTE 2 Pour la vérification des distances d'isolement de l'isolation de base sur un DDRPC complet, une très faible impédance du générateur est nécessaire pour l'essai. A cet effet, un générateur hybride avec une impédance virtuelle de 2 Ω est approprié si les composants internes ne sont pas déconnectés avant l'essai. Toutefois, dans tous les cas, une mesure de la tension d'essai correcte directement appliqué à la distance d'isolement est nécessaire.

La forme des impulsions est réglée avec le DDRPC à l'essai relié au générateur d'impulsion. À cette fin, des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés doivent être utilisés. Il est recommandé de débrancher les limiteurs de surtension avant l'essai.

NOTE 3 Pour les DDRPC avec parafoudres intégrés qui ne peuvent être déconnectés, la forme des impulsions est réglée sans la connexion du DDRPC au générateur d'impulsion.

De petites oscillations sont permises, à condition que leur amplitude près du pic de l'impulsion soit inférieure à 5 % de la valeur de crête.

Une première série d'essais est effectuée, les impulsions étant appliquées entre les deux pôles du DDRPC. Les valeurs d'essai de la tension de choc doivent être choisies dans le Tableau 31. Ces valeurs sont corrigées à la pression atmosphérique et/ou à l'altitude à laquelle les essais sont effectués.

Tableau 31 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc entre pôles

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tension d'essai en fonction de l'altitude crête c.a. $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5 ^a	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

^a Valeurs pour les produits destinés à être utilisés avec une tension de 120 V uniquement.

Une seconde série d'essais est effectuée, les impulsions étant appliquées entre le support métallique connecté aux bornes destinées à l'interconnexion du conducteur de protection et des pôles connectés ensemble. Les valeurs d'essai de la tension de choc doivent être choisies dans le Tableau 32. Ces valeurs sont corrigées à la pression atmosphérique et/ou à l'altitude à laquelle les essais sont effectués.

Tableau 32 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de choc avec le support métallique

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tension d'essai en fonction de l'altitude crête c.a. $U_{1,2/50}$ kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
3 ^a	3,5	3,5	3,4	3,2	3
5	6,2	6	5,8	5,6	5

^a Valeurs pour les produits destinés à être utilisés avec une tension de 120 V uniquement.

Si le DDRPC se déclenche au cours d'un essai, il doit être refermé avant l'essai suivant.

Aucune décharge disruptive non intentionnelle ne doit se produire.

Si toutefois une seule décharge disruptive se produit, 10 impulsions supplémentaires de même polarité que celle ayant provoqué l'occurrence de la décharge sont appliquées, les connexions étant celles avec lesquelles le défaut s'est produit.

Aucune décharge disruptive supplémentaire ne doit se produire, à l'exception des décharges intentionnelles prévues par conception (voir NOTE 2).

NOTE 4 L'expression «décharge disruptive non intentionnelle» est utilisée pour couvrir les phénomènes associés à la défaillance de l'isolation sous des contraintes électriques, ce qui inclut une chute de tension et la circulation du courant.

NOTE 5 Les décharges disruptives intentionnelles comprennent les décharges de tout parafoudre incorporé.

La forme des impulsions est réglée avec le DDRPC en essai connecté à l'appareil générateur d'impulsions. A cet effet, on doit utiliser des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés.

De petites oscillations dans les impulsions sont admises, à condition que leur amplitude au voisinage de la crête de l'impulsion ne dépasse pas 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations de la première moitié du front, des amplitudes allant jusqu'à 10 % de la valeur crête sont admises.

9.17 Endurance mécanique et électrique

9.17.1 Fonctionnement normal des socles du DDRPC

Pour les DDRPC classés conformément à 4.2.1, les essais définis à l'Article 21 de l'IEC 60884-1:2002 s'appliquent mais à la tension assignée du DDRPC.

Pour les DDRPC classés conformément à 4.2.2, le socle doit satisfaire à l'IEC 60884-1.

9.17.2 Essai de la partie DDR du DDRPC

Les essais sont effectués sur de nouveaux échantillons.

Le DDRPC est connecté comme en usage normal à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C, et selon les instructions du constructeur.

Les DDRPC classés selon 4.2.1 sont soumis à l'essai à l'aide d'une fiche comportant des conducteurs souples d'une longueur de 1 m selon le Tableau 33.

Pour les socles multiples, l'essai est effectué sur chaque socle tour à tour ou sur le socle le plus critique, lorsque cela est évident.

Tableau 33 – Section des conducteurs d'essai

Courant assigné du DDRPC A	Section nominale mm ²	
	Conducteurs souples pour fiche d'essai et bornes des DDRPC	Conducteurs rigides (massifs ou câblés) pour le socle d'essai fixe
Jusqu'à 10 inclus	1	1,5
Supérieur à 10 et jusqu'à 16 inclus	1,5	2,5
Supérieur à 16 et jusqu'à 20 inclus	2,5	4
Supérieur à 20 et jusqu'à 32 inclus	4	6
NOTE Pour les conducteurs AWG, voir l'Annexe C.		

Les couples de serrage à appliquer aux vis des bornes correspondent à deux tiers de ceux spécifiés dans le Tableau 15. Pendant les essais, aucun entretien, ni aucun démontage de l'échantillon ne sont admis.

Les essais d'endurance sont effectués à la fréquence de quatre cycles de manœuvre par minute, la période d'ouverture ayant une durée comprise entre 1,5 s et 2 s.

9.17.2.1 Procédure d'essai pour essai en charge

L'essai est effectué sous la tension d'emploi assignée, le courant étant réglé à la valeur du courant assigné au moyen de résistances et de bobines de réactance en série, connectées aux bornes de sortie.

Si l'on utilise des bobines de réactance sans fer, une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant passant par les bobines de réactance est connectée en parallèle avec chacune d'entre elles.

Si l'on utilise des bobines de réactance avec noyau de fer, les pertes de puissance de ces bobines ne doivent pas avoir d'influence appréciable sur la tension de rétablissement.

Le courant doit avoir une forme pratiquement sinusoïdale et le facteur de puissance doit être compris entre 0,85 et 0,9.

Les DDRPC sont soumis à 2 000 cycles de manœuvre, chaque cycle consistant en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

Le DDRPC doit être manœuvré comme en usage normal.

Les manœuvres d'ouverture doivent être effectuées de la façon suivante:

- a) Les 500 premières manœuvres sont effectuées en utilisant l'organe de manœuvre manuel éventuel.
- b) Les 750 manœuvres suivantes sont effectuées en faisant circuler un courant différentiel de fonctionnement à la valeur $I_{\Delta n}$ dans un pôle. Pour les DDRPC classés selon 4.1.1 et munis d'un FE, 250 de ces cycles de manœuvre sont effectués avec neutre déconnecté.
- c) Pour les DDRPC dont l'ouverture est automatique en cas de défaillance de la tension d'alimentation, et classés selon 4.1.2, 250 manœuvres sont effectuées en coupant l'alimentation neutre.
- d) Les manœuvres restantes, jusqu'à un nombre total de 2 000, sont effectuées au moyen de l'appareil d'essai.

9.17.2.2 Procédure d'essai pour essai à vide

Suite à l'essai de 9.17.2.1, le DDRPC est soumis à vide à 2 000 cycles de manœuvre à l'aide de l'organe de manœuvre manuel.

NOTE L'appareil d'essai des DDRPC ne comportant pas d'organe de manœuvre manuel est utilisé pour les manœuvres d'ouverture, le dispositif de réarmement étant utilisé pour les manœuvres de fermeture.

9.17.2.3 Etat du DDRPC après les essais

Suite aux essais de 9.17.2.1 et 9.17.2.2, le DDRPC ne doit présenter lors de son examen:

- aucune usure anormale;
- aucun dommage à l'enveloppe permettant de toucher des parties actives avec le doigt d'essai normalisé de la Figure 20;
- aucun jeu dans les connexions électriques ou les assemblages mécaniques;
- aucun écoulement de la matière de remplissage éventuelle.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sans mesure du temps de fonctionnement.

Le DDRPC doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 9.13.2, mais à une tension égale à 900 V pendant 1 min et sans traitement préalable à l'humidité.

9.18 Résistance au choc mécanique

9.18.1 Remarques introductives

Les DDRPC, les boîtes pour montage en saillie et les presse-étoupe à vis doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes survenant lors de l'installation et de l'utilisation.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés de 9.18.1 à 9.18.5, comme suit:

- pour tous les types de DDRPC fixes, 9.18.2;
- pour les DDRPC fixes dont la base est prévue pour être montée directement sur une surface, 9.18.3;
- pour les presse-étoupe à vis des appareils ayant un degré IP supérieur à P20, 9.18.4;
- pour les socles de DDRPC munis d'obturateurs, 9.18.5;
- pour les boîtes de montage en saillie, 9.18.2.

9.18.2 Appareil d'essai de choc

Les échantillons sont soumis à des coups au moyen d'un appareil d'essai de choc comme représenté aux Figures 21, 22, 23 et 24.

La pièce de frappe a une face hémisphérique de 10 mm de rayon, constituée de polyamide ayant une dureté Rockwell de HR entre 85 et 100 et une masse de (150 ± 1) g.

Elle 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 ne se mouvoir que dans un plan vertical.

L'axe du pivot est à $(1\,000 \pm 1)$ mm au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

La dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide est déterminée en utilisant une bille ayant un diamètre de $(12,700 \pm 0,002\,5)$ mm, la charge initiale étant égale à (100 ± 2) N et la surcharge étant égale à $(500 \pm 2,5)$ N.

NOTE 1 Des renseignements complémentaires concernant la détermination de la dureté Rockwell des matières plastiques sont indiqués dans l'ISO 2039-2.

La conception de l'appareil est telle qu'on doit exercer une force comprise entre 1,9 N et 2,0 N sur la face de la pièce de frappe pour maintenir le tube en position horizontale.

Les échantillons sont fixés sur un panneau de contreplaqué de 8 mm d'épaisseur nominale et de 175 mm² environ, ledit panneau étant fixé, à ses arêtes supérieure et inférieure, à un cadre rigide qui fait partie intégrante du support de montage.

Le support de montage doit avoir une masse de (10 ± 1) kg et doit être installé sur un châssis rigide au moyen de pivots. Le châssis est fixé à une paroi massive.

Le mode de fixation est tel que

- l'échantillon peut être placé de façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical de l'axe du pivot,
- l'échantillon peut être déplacé horizontalement et peut tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contreplaqué,
- le contreplaqué peut être tourné de 60° dans les deux directions autour d'un axe vertical.

Les DDRPC et les boîtes pour montage en saillie sont installés sur le contreplaqué comme en usage normal. Les orifices d'entrée qui ne sont pas équipés de parois défonçables sont laissés ouverts; s'ils en sont équipés, une des parois défonçables est ouverte.

Les DDRPC pour montage encastré sont disposés dans un logement aménagé dans un bloc de bois de charme ou constitué d'un matériau ayant des caractéristiques mécaniques analogues, ce bloc étant fixé à une feuille de contreplaqué et non dans sa boîte de montage appropriée.

Si du bois est utilisé pour le bloc, la direction des fibres de bois doit être perpendiculaire à la direction de l'impact.

Les DDRPC pour montage encastré avec fixation à vis doivent être fixés aux tenons logés dans le bloc de bois de charme au moyen de vis. Les DDRPC pour montage encastré avec fixation à griffes doivent être fixés au bloc au moyen des griffes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases et des capots sont serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 15.

Les échantillons sont montés de façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical de l'axe du pivot.

On fait tomber la pièce de frappe de la hauteur spécifiée dans le Tableau 34.

Tableau 34 – Hauteur de chute pour les essais de choc

Hauteur de chute mm	Parties des enveloppes soumises au choc	
	DDRPC ayant un degré IPX0	DDRPC ayant un degré IP supérieur au degré IPX0
100	A et B	Organe de manœuvre
150	C	A et B
200	D	C
250	–	D
A Parties de la face avant, y compris les parties en retrait. B Parties ne dépassant pas de plus de 15 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal, à l'exception des parties spécifiées en A. C Parties autres que celles spécifiées en A, dépassant de plus de 15 mm mais pas plus de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal. D Parties autres que celles spécifiées en A, dépassant de plus de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal.		

La surface de montage est appliquée sur toutes les parties de l'échantillon, à l'exception des parties spécifiées en A.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position d'un point de repère lorsque le pendule est libéré et la position de ce même point au moment du choc. Le point de repère est identifié sur la surface de la pièce de frappe à l'endroit où la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculairement au plan passant par les deux axes, rencontre la surface.

Les échantillons sont soumis à des coups qui sont répartis de manière égale (sur leur surface). Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables ni aux ouvertures éventuelles recouvertes d'un matériau transparent.

Les coups suivants sont appliqués:

- deux coups sur l'organe de manœuvre de la partie DDR;
- pour les parties spécifiées en A, cinq coups (voir Figure 27a et Figure 27b):
 - un coup au centre,
 - un coup sur chacun des deux points les plus défavorables entre le centre et les côtés, après que l'échantillon a été déplacé horizontalement,
 - un coup sur les points similaires, après que l'échantillon a été soumis à une rotation de 90° autour de l'axe perpendiculaire au contreplaqué;
- pour les parties spécifiées en B (pour autant que cela s'applique), C et D, quatre coups:
 - un coup est appliqué sur un des côtés de l'échantillon sur lesquels le coup peut être appliqué après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical (voir Figure 27c);
 - un coup sur le côté opposé de l'échantillon sur lequel les coups peuvent être appliqués après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical dans la direction opposée (voir Figure 27c).

Après que l'échantillon a été soumis à une rotation de 90° autour de son axe perpendiculaire au panneau de contreplaqué:

- un coup est appliqué sur un des côtés de l'échantillon sur lesquels le coup peut être appliqué après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical (voir Figure 27d);
- un coup sur le côté opposé de l'échantillon sur lequel les coups peuvent être appliqués après que le panneau de contreplaqué a été soumis à une rotation de 60° autour d'un axe vertical dans la direction opposée (voir Figure 27d).

S'il existe des orifices d'entrée, l'échantillon est monté de façon que les deux lignes de coups soient disposées autant que possible à égale distance de ces entrées.

Les plaques de recouvrement et autres capots des DDRPC multiples sont considérés comme s'ils étaient autant de capots séparés, mais aucun point n'est soumis à plus d'un coup.

Pour les DDRPC de degré IP supérieur à IPX0, l'essai est effectué avec les couvercles éventuels fermés, le nombre approprié de coups étant de plus appliqué aux parties qui sont exposées lorsque les couvercles sont ouverts.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente norme. En particulier, les parties actives ne doivent pas devenir accessibles.

Après l'essai effectué sur une lentille (fenêtre pour voyants témoins), la lentille peut être fendue et/ou détachée, mais il ne doit pas être possible de toucher les parties actives avec

- le calibre d'essai B de l'IEC 61032:1997 est appliqué dans toutes les positions possibles, un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V étant utilisé pour montrer le contact avec les parties concernées.
- le calibre d'essai 11 de l'IEC 61032:1997 dans les conditions indiquées ci-dessus, mais avec une force de 10 N;
- le fil en acier de la Figure 20 appliqué avec une force de 1 N pour les appareils avec protection accrue.

En cas de doute, on vérifie s'il est possible de démonter et de remonter les parties extérieures, telles que boîtes, enveloppes, capots et plaques de recouvrement, sans que ces parties ou leur revêtement isolant se brisent.

Si une plaque de recouvrement doublée par une plaque intérieure est brisée, l'essai est répété sur la plaque intérieure, qui ne doit pas se briser.

NOTE 2 Une détérioration de la finition, de petites ébréchures qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances d'isolement au-dessous de la valeur spécifiée dans le Tableau 6 et de petits éclats qui ne mettent pas en cause la protection contre les chocs électriques ou les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau ne sont pas pris en considération.

Les craquelures qui ne sont pas visibles avec une vue normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire et les craquelures superficielles dans les pièces moulées chargées de fibres et analogues ne sont pas prises en considération.

Les craquelures ou les trous dans la surface extérieure de toute partie de l'appareil ne sont pas pris en considération si l'appareil est conforme à la présente norme, même si cette partie est omise. Si un couvercle décoratif est doublé d'un couvercle intérieur, une rupture du couvercle décoratif n'est pas prise en considération si le couvercle intérieur résiste à l'essai après démontage du couvercle décoratif.

9.18.3 DDRPC pour montage en saillie

Les bases des DDRPC pour montage en saillie sont fixées tout d'abord à une plaque d'acier rigide de forme cylindrique ayant un rayon égal à 4,5 fois la distance entre les trous de fixation, mais en aucun cas inférieur à 200 mm. Les axes des trous se situent dans un plan perpendiculaire à l'axe du cylindre et parallèle au rayon passant à mi-distance des trous.

Les vis de fixation de la base sont serrées progressivement, le couple maximal appliqué étant de 0,5 Nm pour les vis ayant un diamètre sur filet inférieur ou égal à 3 mm et 1,2 Nm pour les vis de diamètre sur filet supérieur.

Les bases des DDRPC sont ensuite fixées de manière analogue à une plaque d'acier plane. Pendant et après les essais, les bases des DDRPC ne doivent pas présenter de détérioration susceptible d'affecter leur emploi ultérieur.

9.18.4 Presse-étoupe à vis

Les presse-étoupe à vis sont équipés d'une broche métallique cylindrique dont le diamètre, en millimètres, est égal au diamètre intérieur en millimètres de la bague d'étanchéité, arrondi au nombre entier immédiatement inférieur. Les presse-étoupe sont ensuite serrés à l'aide d'une clé appropriée, le couple indiqué dans le Tableau 35 étant appliqué pendant 1 min.

Tableau 35 – Valeurs du couple d'essai pour les presse-étoupe

Diamètre de la broche d'essai mm	Couple Nm	
	Presse-étoupe métalliques	Presse-étoupe en matériau moulé
Jusqu'à 14 inclus	6,25	3,75
Supérieur à 14 et jusqu'à 20 inclus	7,5	5,0
Au-dessus de 20	10,0	7,5

Après l'essai, les presse-étoupe et les enveloppes des échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente norme.

9.18.5 DDRPC munis d'obturateurs

Les DDRPC munis d'obturateurs doivent avoir des obturateurs conçus de façon qu'ils résistent à la force mécanique à laquelle on peut s'attendre en usage normal, par exemple, lorsqu'une broche d'une fiche est appuyée par inadvertance sur l'obturateur de l'orifice d'entrée d'un socle.

La conformité est vérifiée par les essais suivants qui sont effectués sur les échantillons qui ont été soumis à l'essai selon 9.8.

Une broche d'une fiche du même système est appliquée pendant 1 min avec une force de 40 N contre l'obturateur d'un orifice d'entrée perpendiculairement à la face avant du socle.

Pour les obturateurs prévus comme étant le seul moyen qui permet d'empêcher la mise en attente, la force doit être de 75 N au lieu de 40 N.

Lorsque le socle est conçu pour recevoir des fiches de types différents, l'essai est effectué avec une broche d'une fiche ayant les dimensions de broche maximales.

La broche ne doit pas entrer en contact avec des parties actives.

Un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V est utilisé pour vérifier le contact avec la partie concernée.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de dommage au sens de la présente norme.

NOTE De petites ébréchures sur la surface qui ne nuisent pas à l'usage ultérieur du socle ne sont pas prises en considération.

9.19 Fiabilité

La conformité est vérifiée par les essais de 9.19.1 et 9.19.2.

9.19.1 Essai climatique

9.19.1.1 Chambre d'essai

La chambre doit être construite comme 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 pas être réutilisée jusqu'à ce qu'elle ait été purifiée. On ne doit utiliser que de l'eau distillée pour le maintien de l'humidité de la chambre d'essai.

Avant de pénétrer dans la chambre d'essai, l'eau distillée doit avoir une résistivité d'au moins 500 Ωm et une valeur du pH de $7,0 \pm 0,2$. Pendant et après l'essai, il convient que la résistivité ne soit pas inférieure à 100 Ωm et que la valeur du pH reste de $7,0 \pm 1,0$.

9.19.1.2 Sévérité

Les cycles sont effectués dans les conditions suivantes:

- température la plus élevée: $(55 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- nombre de cycles: 28.

9.19.1.3 Procédure d'essai

La procédure d'essai doit être conforme de l'IEC 60068-2-30:2005 et à l'IEC 60068-3-4.

a) Vérification initiale

Une vérification initiale est effectuée en soumettant le DDRPC à l'essai selon 9.8.3.3, mais uniquement avec $I_{\Delta n}$.

b) Conditionnement

1) Le DDRPC connecté comme en usage normal est introduit dans la chambre.

Les DDRPC doivent être alimentés à la tension assignée ou, dans le cas de plusieurs tensions assignées, à toute tension assignée. Ils doivent être en position de fermeture.

2) Période de stabilisation (voir Figure 25)

La température du DDRPC doit être stabilisée à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$:

- soit en plaçant le DDRPC dans une chambre distincte avant de l'introduire dans la chambre d'essai;
- soit en réglant la température de la chambre d'essai à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ après l'introduction du DDRPC dans la chambre et en la maintenant à ce niveau jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte.

Durant la stabilisation de la température par l'une ou l'autre de ces méthodes, l'humidité relative doit se situer dans les limites prescrites pour les conditions atmosphériques normales d'essai (voir Tableau 5).

Pendant la dernière heure, le DDRPC étant dans la chambre d'essai, l'humidité relative doit être portée à au moins 95 % à une température ambiante de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

3) Description du cycle de 24 h (voir Figure 25)

- i) La température de la chambre doit être augmentée de manière progressive à la température supérieure appropriée spécifiée en 9.19.1.2. La température supérieure doit être obtenue dans une période de $3 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ et à une vitesse comprise dans les limites définies par l'aire hachurée de la Figure 25.

Pendant cette période, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %. La condensation doit se produire sur le DDRPC pendant cette période.

NOTE La condition pour que la condensation se produise implique que la température de surface du DDRPC 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 veiller à ce qu'aucune goutte d'eau condensée ne tombe sur l'échantillon.

- ii) La température doit alors être maintenue à une valeur sensiblement constante dans les limites prescrites de $\pm 2 ^\circ\text{C}$ pour la température supérieure pendant $12 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ à partir du début du cycle.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être de $(93 \pm 3) \%$, sauf pendant les 15 premières et les 15 dernières min pendant lesquelles elle doit être comprise entre 90 % et 100 %.

Il ne doit pas se produire de condensation sur le DDRPC pendant les 15 dernières min.

- iii) La température doit ensuite être réduite à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ dans un délai de 3 h à 6 h. La vitesse de chute de la température, pendant la première heure et demie, doit être telle que, si elle était maintenue comme il est indiqué à la Figure 25, la température de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ serait atteinte en $3 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$. Pendant la période de chute de la température, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %, sauf au cours des 15 premières min pendant lesquelles elle ne doit pas être inférieure à 90 %.

- iv) La température doit alors être maintenue à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ avec une humidité relative d'au moins 95 % jusqu'à ce que le cycle de 24 h soit achevé.

9.19.1.4 Rétablissement

A la fin des cycles, le DDRPC ne doit pas être retiré de la chambre d'essai.

La porte de la chambre d'essai doit être ouverte, la régulation en température et en humidité étant par ailleurs interrompue.

Une période de 4 h à 6 h doit alors s'écouler pour permettre le rétablissement des conditions de l'atmosphère ambiante (température et humidité) avant d'effectuer les mesures finales.

Pendant les 28 cycles, le DDRPC ne doit pas déclencher.

9.19.1.5 Vérification finale

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.19.2 Essai à la température de 40 °C

Le DDRPC est installé comme en usage normal sur une paroi de contre-plaqué de 20 mm d'épaisseur environ peinte en noir mat.

A chaque pôle, un câble mono conducteur de 1 m de longueur et de section nominale spécifiée au Tableau 15, est connecté à l'entrée et à la sortie du DDRPC, les vis ou écrous des bornes étant serrés avec un couple de torsion égal aux deux tiers de celui spécifié au Tableau 15. L'ensemble est placé dans une étuve.

On fait passer dans le DDRPC un courant égal au courant assigné sous une tension appropriée et on le soumet à une température de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ pendant 28 cycles, chaque cycle comprenant 21 h avec circulation d'un courant, puis 3 h sans circulation de courant. Le courant est interrompu par un interrupteur, le DDRPC n'étant pas manœuvré.

Les DDRPC sont alimentés à la tension assignée ou, dans le cas de plusieurs tensions assignées, à la tension assignée la plus élevée (un exemple de circuit est indiqué à la Figure 11).

A la fin de la dernière période de 21 h avec circulation de courant, on détermine l'échauffement des bornes au moyen de couples thermoélectriques à fils fins. Cet échauffement ne doit pas dépasser 50 K.

Après cet essai, on laisse refroidir dans l'étuve le DDRPC, sans circulation de courant, approximativement jusqu'à la température ambiante.

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

NOTE Un exemple de circuit d'essai pour cette vérification est donné à la Figure 11.

9.20 Protection contre les chocs électriques et degré de protection IP du DDRPC

9.20.1 Protection contre les chocs électriques

9.20.1.1 Généralités

Le DDRPC est installé, y compris toute plaque de recouvrement spécifiée, connecté comme pour un usage normal et équipé de conducteurs de la plus petite section nominale, l'essai

étant ensuite répété en utilisant des conducteurs de la plus grande section nominale, comme spécifié dans le Tableau 16.

Pour le DDRPC, le doigt d'essai normalisé présenté à la Figure 1 est appliqué dans toutes les positions possibles.

Pour les fiches, le doigt d'essai est appliqué dans toutes les positions possibles lorsque la fiche est engagée partiellement ou entièrement dans un socle.

Un indicateur électrique de tension comprise entre 40 V et 50 V est utilisé pour vérifier le contact avec la partie concernée.

Dans le cas des DDRPC pour lesquels l'utilisation de matériaux élastomères ou thermoplastiques est susceptible d'avoir une influence sur cette exigence, l'essai est répété mais à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, le DDRPC étant à cette température.

Pendant cet essai supplémentaire, les DDRPC sont soumis pendant 1 min à une force de 75 N appliquée par l'intermédiaire de l'extrémité d'un doigt d'essai rigide et rectiligne de mêmes dimensions que le doigt d'essai normalisé. Ce doigt, comportant un indicateur électrique comme décrit ci-dessus, est appliqué à tous endroits où un excès de souplesse du matériau isolant pourrait compromettre la sécurité du DDRPC.

Pendant cet essai, les DDRPC ne doivent pas se déformer à un degré tel que les dimensions indiquées dans les feuilles de norme les concernant et garantissant la sécurité soient modifiées exagérément, aucune partie active ne devant par ailleurs devenir accessible par le doigt d'essai normalisé (voir Figure 1).

Quinze minutes après son retrait de l'appareil d'essai, l'échantillon ne doit pas présenter de déformation telle que les dimensions indiquées dans les feuilles de norme les concernant et garantissant la sécurité soient modifiées exagérément.

9.20.1.2 Essais supplémentaires pour les DDRPC incorporés dans des socles de prise de courant fixes

9.20.1.2.1 Les DDRPC sont soumis à l'essai avec une fiche entièrement retirée, en appliquant un calibre d'acier, comme indiqué à la Figure 20, avec une force de 1 N et trois mouvements directs indépendants appliqués dans les conditions les plus défavorables, en retirant le calibre après chaque mouvement.

Le socle comportant une fiche partiellement introduite est vérifié au moyen du doigt d'essai normalisé (voir Figure 1). Pour les DDRPC dont les enveloppes ou les corps sont en matériau thermoplastique, l'essai est effectué à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, le DDRPC et le calibre étant tous deux à cette température.

9.20.1.2.2 Le socle est placé dans une position telle que sa surface d'engagement est en position horizontale. Une fiche d'essai correspondant au type de socle, est introduite dans le socle avec une force de 150 N, qui est appliquée pendant 1 min.

Pour la vérification de la résistance entre la borne de terre et la partie métallique accessible, on fait passer un courant produit par une source alternative de tension à vide ne dépassant pas 12 V et égal à 1,5 fois le courant assigné ou 25 A, selon la valeur la plus grande, entre la borne de terre et chacune des parties métalliques accessibles tour à tour.

La chute de tension entre la borne de terre et la partie métallique accessible est mesurée, et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension.

En aucun cas la résistance ne doit dépasser $0,05 \Omega$.

NOTE Il convient de veiller à ce que la résistance de contact entre l'extrémité de la sonde de mesure et la partie métallique en essai n'influence pas les résultats de l'essai.

9.20.2 Degré de protection IP des DDRPC

Les degrés de protection doivent être vérifiés par les essais correspondants de l'IEC 60529.

9.21 Résistance à la chaleur

9.21.1 Remarques introductives

Les essais sont effectués selon 9.21.2, 9.21.3 et 9.21.4, selon le cas.

Les essais de 9.13.2 et 9.13.3 ne sont pas effectués sur des parties en matériau céramique.

Si deux parties isolantes ou plus, spécifiées en 9.21.2 et 9.21.3 sont constituées du même matériau, l'essai est effectué uniquement sur une de ces parties, selon 9.21.2 ou 9.21.3 selon le cas.

9.21.2 Conditionnement

Les échantillons, sans capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans l'étuve à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Au cours de l'essai, ils ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur, et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas couler au point que les parties actives soient exposées.

Après l'essai et après que 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 en usage normal, même si le doigt d'essai normalisé est appliqué avec une force ne dépassant pas 5 N.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher à un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

Après l'essai, le marquage doit être encore lisible.

NOTE Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement de la matière de remplissage ne sont pas pris en considération, à condition que la sécurité ne soit pas affectée au sens de la présente norme.

9.21.3 Parties extérieures des DDRPC

Les parties extérieures des DDRPC en matériau isolant nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant ou des parties du circuit de protection et les parties qui maintiennent les bornes ou les extrémités en position sont soumises à un essai de pression à la bille à l'aide de l'appareil présenté à la Figure 26.

Les parties en matière thermoplastique situées sur la face frontale dans une zone de 2 mm de large autour des orifices d'entrée des broches de phase et de neutre des socles doivent également être soumises à cet essai.

La partie soumise à l'essai doit être placée sur une plaque d'acier d'au moins 3 mm d'épaisseur directement en contact avec celle-ci.

La partie est placée sur le support en acier, la surface appropriée à soumettre à l'essai étant disposée horizontalement. Une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appliquée contre cette surface avec une force de 20 N.

La charge d'essai et les moyens de support doivent être placés dans l'étuve suffisamment longtemps de façon à être sûr qu'ils ont atteint la température d'essai stabilisée avant le début de l'essai.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Après 1 h, la bille est retirée de l'échantillon qui est alors refroidi en 10 s approximativement à la température ambiante, par immersion dans l'eau froide.

Le diamètre de l'empreinte due à la bille est mesuré et ne doit pas dépasser 2 mm.

9.21.4 Parties isolantes extérieures

Les parties extérieures en matériau isolant des DDRPC qui ne sont pas nécessaires pour maintenir en position les parties transportant le courant et les parties du circuit de protection, même si elles sont en contact avec celles-ci, sont soumises à un essai de pression à la bille conformément à 9.21.2, l'essai étant toutefois effectué à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai de 9.11, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

9.22 Résistance à la chaleur anormale et au feu – Essai au fil incandescent

L'essai est effectué selon les Articles 4 à 8 de l'IEC 60695-2-10:2000 dans les conditions suivantes:

- pour les pièces en matière isolante nécessaires pour maintenir en position les pièces transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre, par l'essai effectué à une température de $850 ^\circ\text{C}$;
- pour les pièces en matière isolante qui ne sont pas nécessaires pour maintenir en position les pièces transportant le courant et les parties du circuit de mise à la terre, même si elles sont en contact avec ces dernières, par l'essai effectué à une température de $650 ^\circ\text{C}$.

Si les essais spécifiés doivent être effectués en plus d'un endroit sur le même échantillon, on doit veiller à s'assurer qu'aucune détérioration provoquée par les essais précédents n'affecte le résultat de l'essai à effectuer.

Les petites pièces conformes à l'IEC 60695-2-11, dont la surface est complètement incluse dans un cercle de 15 mm de diamètre, ou dont toute partie de la surface se trouve à l'extérieur d'un cercle de 15 mm de diamètre et où chacune des surfaces ne peut contenir un cercle de 8 mm de diamètre, ne sont pas soumises à l'essai décrit dans ce paragraphe (voir Figure 28 pour une représentation schématique).

Les essais ne sont pas effectués sur les pièces en matière céramique.

L'essai est effectué sur un seul échantillon.

En cas de doute, l'essai doit être répété sur deux échantillons supplémentaires.

L'essai est effectué en appliquant le fil incandescent une seule fois.

Pendant l'essai, l'échantillon doit être disposé dans la position la plus défavorable de son utilisation prévue (avec la surface soumise à l'essai en position verticale).

L'extrémité du fil incandescent doit être appliquée sur la surface spécifiée de l'échantillon en tenant compte des conditions d'utilisation prévue dans lesquelles un élément chauffé ou incandescent peut venir en contact avec l'échantillon.

L'échantillon est considéré comme ayant satisfait à l'essai au fil incandescent si l'une des conditions suivantes est satisfaite:

- il n'apparaît aucune flamme visible et aucune incandescence prolongée;
- les flammes et l'incandescence sur l'échantillon s'éteignent dans les 30 s qui suivent le retrait du fil incandescent.

Le papier de soie ne doit pas s'enflammer ou la planche ne doit pas roussir.

9.23 DDRPC avec protection contre les surintensités

Ces essais ne s'appliquent pas aux DDRPC classés selon 4.9 a) et 4.9 b).

9.23.1 Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité

Ces essais sont effectués pour vérifier que les DDRPC classés selon 4.9 c) 1) et 4.9 c) 2) satisfont aux exigences de 8.11.2.

Les essais peuvent être effectués à toute tension appropriée.

Pour les DDRPC exigeant une tension d'alimentation pour effectuer ces essais, le circuit de la Figure 11 peut être utilisé pour fournir toute tension d'alimentation appropriée.

9.23.1.1 Essai de la caractéristique temps-courant

- a) On fait passer par les deux pôles, en partant de l'état froid (voir Tableau 10), un courant égal à $1,13 I_n$ (courant conventionnel de non-déclenchement) pendant le temps conventionnel (voir 8.11.3).

Le DDRPC ne doit pas déclencher.

Le courant est ensuite augmenté de façon continue en 5 s au plus jusqu'à la valeur $1,45 I_n$ (courant conventionnel de déclenchement).

Le DDRPC doit déclencher dans les limites du temps conventionnel.

- b) On fait passer par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $2,55 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 1 s, ou supérieure à 60 s.

9.23.1.2 Essai de la caractéristique de déclenchement instantané (uniquement pour les DDRPC conformes à 4.9 c) 2)

- a) Pour les DDRPC à déclenchement de type B

On fait passer simultanément par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $3 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 0,1 s.

On fait ensuite passer simultanément par les deux pôles, en partant une nouvelle fois de l'état froid, un courant égal à $5 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans un délai de 0,1 s au plus.

b) Pour les DDRPC à déclenchement de type C

On fait passer simultanément par les deux pôles, en partant de l'état froid, un courant égal à $5 I_n$.

La durée d'ouverture ne doit pas être inférieure à 0,1 s.

On fait ensuite passer simultanément par les deux pôles, en partant une nouvelle fois de l'état froid, un courant égal à $10 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans un délai de 0,1 s au plus.

9.23.1.3 Essai de l'effet de la température ambiante sur la caractéristique de déclenchement

La conformité est vérifiée par les essais suivants.

- a) On place le DDRPC à une température ambiante inférieure de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à la température de référence de l'air ambiant jusqu'à ce qu'il ait atteint son état d'équilibre thermique.

On fait passer par tous les pôles, pendant le temps conventionnel, un courant égal à $1,13 I_n$ (courant conventionnel de non-déclenchement). On augmente ensuite de façon continue le courant dans un délai de 5 s au plus, jusqu'à la valeur $1,9 I_n$.

Le DDRPC doit déclencher dans les limites du temps conventionnel.

- b) On place le DDRPC à une température ambiante supérieure de $10\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ à la température de référence de l'air ambiant jusqu'à ce qu'il ait atteint son état d'équilibre thermique.

On fait ensuite passer par tous les pôles un courant égal à I_n .

Le DDRPC ne doit pas déclencher dans les limites du temps conventionnel.

9.23.2 Essais de court-circuit pour les DDRPC selon 4.9 c) 2)

Ces essais sont destinés à vérifier que le DDRPC selon 4.9 c) 2) est capable de supporter sans dommage des courants de court-circuit jusqu'à son pouvoir de court-circuit assigné (voir 5.3.2).

Les essais doivent être effectués sur le socle, les bornes de sortie ou les câbles volants selon le cas.

Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), les essais doivent être effectués, une fois sur le socle et une fois sur un jeu séparé d'échantillons avec les traversées.

9.23.2.1 Essai à 1 500 A

- a) Conditions d'essai

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC extérieur intégré dans le circuit.

Les connexions G1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC.

L'interrupteur S_1 reste ouvert. Aucun courant différentiel n'est établi.

- b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O - t - O - t - O - t - O - t - O - t - CO - t - CO - t - CO

Pour les manœuvres « O », l'interrupteur A est synchronisé par rapport à l'onde de tension de façon que les six points d'initiation pour les manœuvres d'ouverture soient également répartis sur la moitié de l'onde. La tolérance de synchronisation doit être de $\pm 5^\circ$.

9.23.2.2 Essai effectué avec le pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})

Cet essai s'applique uniquement aux DDRPC dont le pouvoir de court-circuit assigné est supérieur à 1 500 A.

a) Conditions d'essai

Le circuit d'essai est étalonné selon 9.15.2.1, avec le facteur de puissance toutefois compris entre 0,85 et 0,90.

Le DDRPC est soumis à l'essai dans un circuit selon les conditions générales d'essai décrites en 9.15.2.1 sans DPCC extérieur intégré dans le circuit.

Les connexions G1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DDRPC.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – O – t – CO

Pour les manœuvres «O», l'interrupteur A est synchronisé par rapport à l'onde de tension de manière que le circuit se ferme au point 0° de l'onde pour la manœuvre «O» sur le premier échantillon.

Ce point est ensuite décalé de 45° pour la seconde manœuvre «O» sur le premier échantillon; pour le second échantillon, les deux manœuvres «O» doivent être synchronisées à 15° et 60° et pour le troisième échantillon à 30° et 75° .

La tolérance de synchronisation doit être de $\pm 5^\circ$.

9.23.3 Etat du DDRPC après les essais

Après chacun des essais applicables, effectués conformément à 9.23.1 et 9.23.2, le DDRPC en essai ne doit présenter aucun dommage qui affecte son usage ultérieur, la feuille de polyéthylène ne devant pour sa part pas présenter de trou visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Le DDRPC doit être capable, sans entretien, de

- satisfaire aux exigences de 9.13.2 mais à une tension égale à deux fois sa tension assignée pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité,
- établir et couper son courant assigné sous sa tension assignée.

De plus, le DDRPC ne doit pas déclencher lorsque l'on fait passer un courant égal à 0,85 fois le courant conventionnel de non-déclenchement par tous les pôles, pendant le temps conventionnel, en partant de l'état froid.

A la fin de cette vérification, le courant est augmenté de façon régulière pour atteindre, en moins de 5 s, 1,1 fois le courant conventionnel de déclenchement.

Le DDRPC doit déclencher en 1 h au plus.

9.24 Vérification du vieillissement des composants électroniques

Le DDRPC est placé pendant une période de 168 h à une température ambiante de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et chargé au courant assigné. La tension des parties électroniques doit être portée à 1,1 fois la tension assignée.

Après cet essai, on laisse refroidir dans l'étuve le DDRPC, sans circulation de courant, approximativement jusqu'à la température ambiante. Les parties électroniques ne doivent pas présenter de défauts.

Dans les conditions des essais spécifiés en 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

NOTE Un exemple de circuit d'essai pour cette vérification est donné à la Figure 11.

9.25 Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires

La source de la tension d'essai doit pouvoir fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun déclencheur 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 une forme d'onde pratiquement sinusoïdale et la même fréquence que U_n .

La tension d'essai est appliquée du côté alimentation du DDRPC.

La vérification est effectuée selon les séries d'essais a), b) et c) ci-dessous sur des échantillons différents, chaque essai étant exécuté sur un seul échantillon.

a) Le DDRPC est en position fermée, une tension d'essai de 1 200 V est appliquée pendant 5 s selon la Figure 29.

Le terminal FE et la masse, le cas échéant, doivent être connectés au PE.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

b) Le DDRPC est en position fermée, une tension d'essai de 250 V est appliquée pendant 1 h selon la Figure 29.

Le terminal FE et la masse, le cas échéant, doivent être connectés au PE.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

c) Le DDRPC est alimenté par une tension de $\sqrt{3} \times U_n$ pendant 1 h.

Pendant l'essai, le DDRPC peut déclencher automatiquement et il ne doit se produire ni contournement ni claquage. Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

Après l'essai, le DDRPC doit satisfaire à l'essai de vérification d).

- d) Après chaque essai, le DDRPC est alors alimenté à la tension assignée et fermé. Le DDRPC est alors ouvert avec l'appareil d'essai. Il ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente norme.

Dans les conditions d'essai de 9.8.3.3, le DDRPC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps de fonctionnement.

9.26 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE

9.26.1 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre est connecté

Avec S_1 fermé, le DDRPC est fermé, connecté selon la Figure 13 et alimenté à $1,1 U_n$.

Pour les DDRPC non équipés d'un pôle destiné exclusivement au conducteur neutre, un deuxième essai est réalisé au moyen duquel la phase et le neutre de l'alimentation sont connectés de façon inverse au DDRPC.

La résistance R_1 doit avoir une valeur de $1 \Omega \pm 1 \%$.

La valeur efficace de la chute de tension dans la résistance R_1 est mesurée et le courant qui résulte de la connexion à la terre fonctionnelle est calculé et ne doit pas excéder 0,5 mA.

9.26.2 Vérification de la valeur limite du courant permanent du FE/PE quand le neutre n'est pas connecté

Avec S_1 ouvert, le DDRPC est fermé, connecté selon la Figure 13 et alimenté à $1,1 U_n$.

Pour les DDRPC non équipés d'un pôle destiné exclusivement au conducteur neutre, un deuxième essai est réalisé au moyen duquel la phase et le neutre de l'alimentation sont connectés de façon inverse au DDRPC.

La résistance R_1 doit avoir une valeur de $1 \Omega \pm 1 \%$.

La valeur efficace de la chute de tension dans la résistance R_1 est mesurée et le courant qui résulte de la connexion à la terre fonctionnelle est calculé et ne doit pas excéder 2 mA.

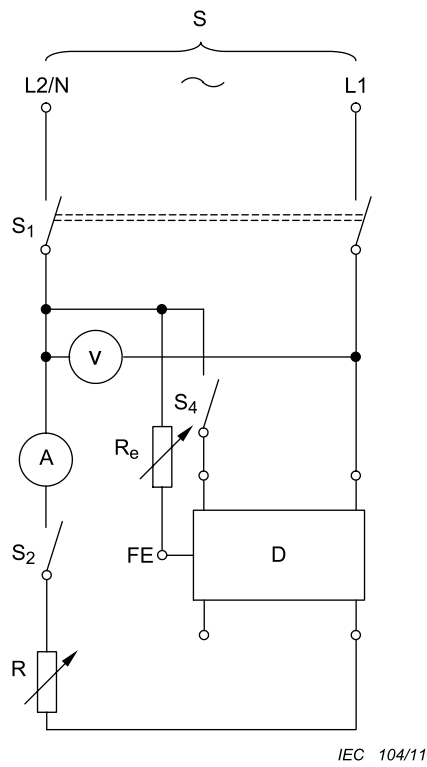


- 1 Manche
- 2 Garde
- 3 Plaque d'arrêt
- 4 Articulations

5 R2 $\pm$ 0,05 cylindrique
6 Matière isolante
7 Chanfreiner toutes les arêtes
8 R4 $\pm$ 0,05 sphérique

sur les angles:	0 - 10
sur les dimensions linéaires:	
jusqu'à 25 mm:	0 - 0,05
au-dessus de 25 mm:	± 0,2

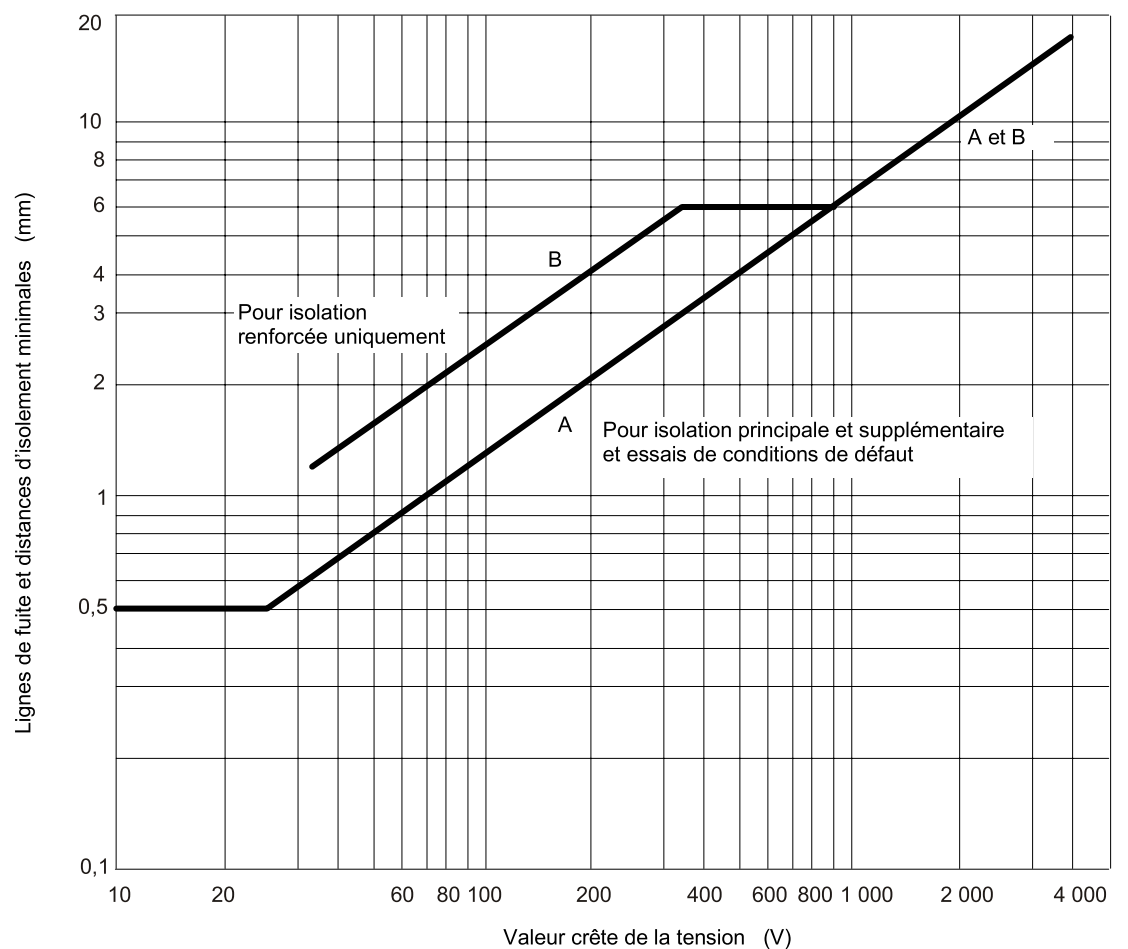
Figure 1 – Doigt d'épreuve articulé



Légende

S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre
D	DDRPC en essai
S ₁	Interrupteur bipolaire
S ₂ ou S ₄	Interrupteur unipolaire
R	Résistance variable
R _E	Résistance de 150 Ω
FE	Terre fonctionnelle

Figure 2 – Circuit d'essai général



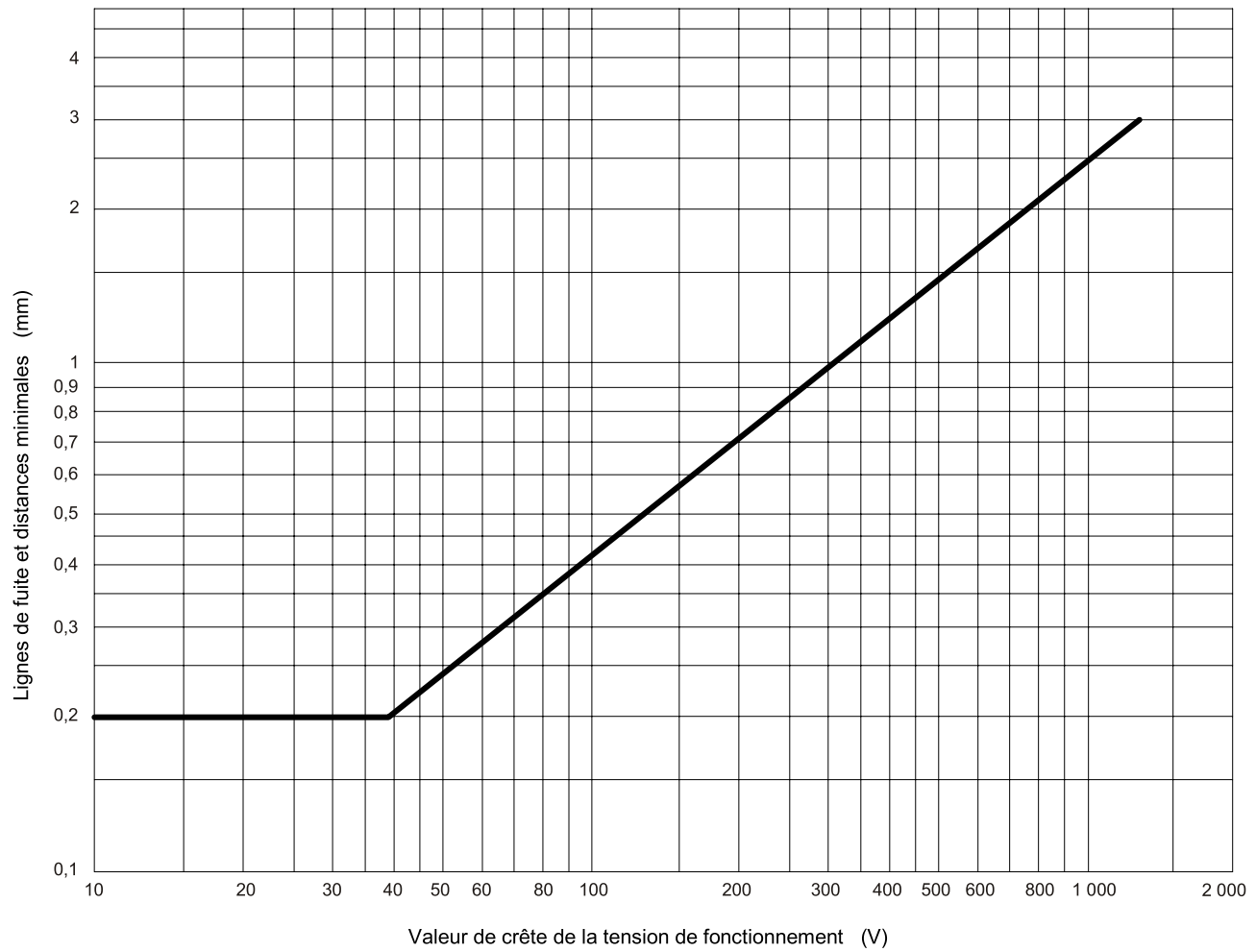
IEC 105/11

Pour les parties reliées par conduction au réseau d'alimentation avec des tensions dans la plage 220 V à 250 V (valeurs efficaces), les dimensions sont égales à celles relatives à 354 V crête.

Courbe A: 34 V correspond à 0,6 mm
354 V correspond à 3,0 mm

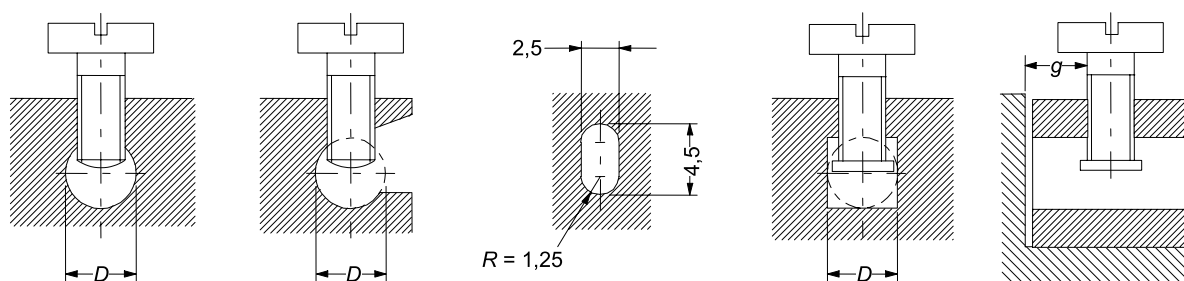
Courbe B: 34 V correspond à 1,2 mm
354 V correspond à 6,0 mm

Figure 3 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension



IEC 106/11

Figure 4 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement



Bornes sans plateau de pression

Bornes à trou allongé

Bornes avec plateau de pression

IEC 107/11

Dimensions en millimètres

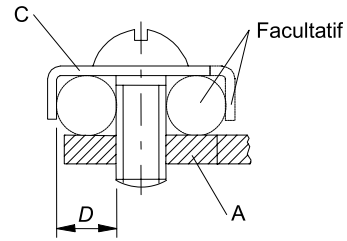
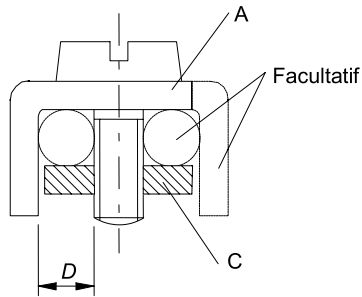
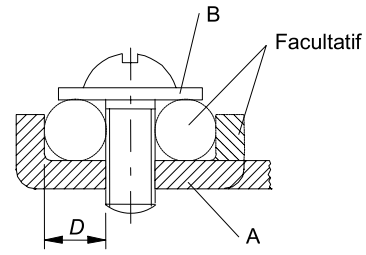
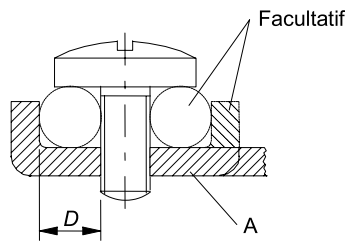
Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal D (ou dimensions minimales) du logement du conducteur mm	Distance minimale g entre la vis de serrage et l'extrémité du conducteur, lorsque celui-ci est introduit à fond mm		Couple Nm					
				1 ^a		2 ^a		3 ^a	
				Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis	Une vis	Deux vis
Jusqu'à 1,5	2,5	1,5	1,5	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4
2,5 (trou circulaire)	3,0	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
2,5 (trou allongé)	2,5 × 4,5	1,5	1,5	0,25	0,2	0,5	0,4	0,5	0,4
4	3,6	1,8	1,5	0,4	0,2	0,8	0,4	0,8	0,4
6	4,0	1,8	1,5	0,4	0,25	0,8	0,5	0,8	0,5
10	4,5	2,0	1,5	0,7	0,25	1,2	0,5	1,2	0,5

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis faisant l'objet des colonnes correspondantes du Tableau 6.

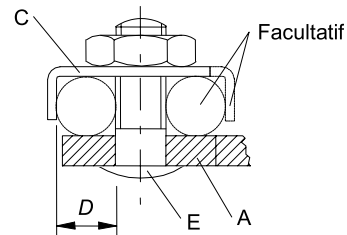
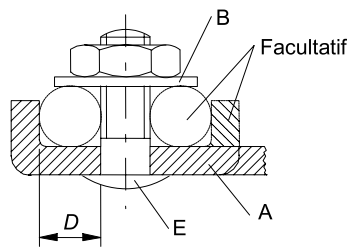
La partie de la borne portant le trou taraudé et la partie de la borne contre laquelle le conducteur est serré par la vis peuvent être deux parties distinctes, comme dans le cas des bornes à étrier.

La forme du logement du conducteur peut différer des formes qui sont représentées, sous réserve que l'on puisse y inscrire un cercle de diamètre égal à la valeur minimale spécifiée pour D, ou ayant le contour minimal spécifié pour le trou allongé de la borne acceptant des conducteurs jusqu'à 2,5 mm² de section.

Figure 5 – Bornes à trou



Bornes à vis



Bornes à goujon

IEC 108/11

Légende

- A Partie fixe
- B Rondelle ou plaquette
- C Dispositif empêchant le conducteur de s'échapper
- D Logement du conducteur
- E Goujon

Figure 6a – Vis/goujon ne nécessitant pas de rondelle ou plaquette

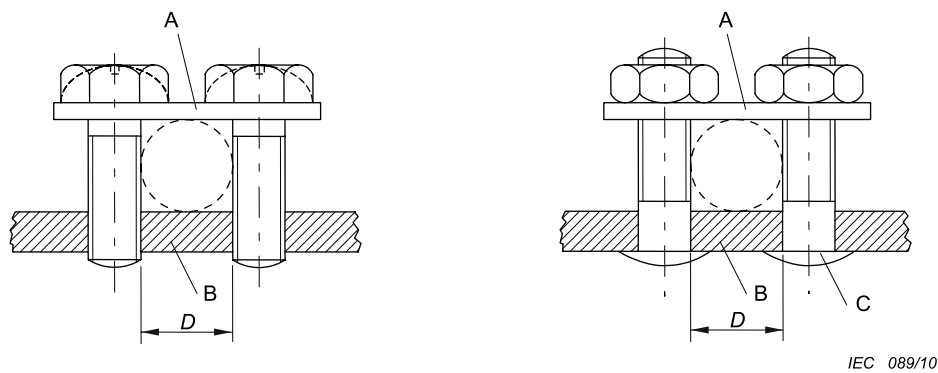
Figure 6b – Vis/goujon nécessitant une rondelle, plaquette ou dispositif empêchant le conducteur ou ses brins de s'échapper

Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple	
		3 ^a	
		Une vis ou un goujon	Deux vis ou deux goujons
Jusqu'à 1,5	1,7	0,5	–
Jusqu'à 2,5	2,0	0,8	–
Jusqu'à 4	2,7	1,2	0,5

^a Les valeurs spécifiées s'appliquent aux vis faisant l'objet des colonnes correspondantes du Tableau 6.

La partie maintenant le conducteur en place peut être en matière isolante à condition que la pression nécessaire au serrage du conducteur ne se transmette pas par l'intermédiaire de ladite matière.
Le deuxième logement du conducteur facultatif pour la borne acceptant des conducteurs jusqu'à 2,5 mm² de section peut être utilisé pour la connexion du deuxième conducteur lorsqu'il est prescrit de brancher deux conducteurs de 2,5 mm².

Figure 6 – Bornes à serrage sous tête de vis et bornes à goujon fileté



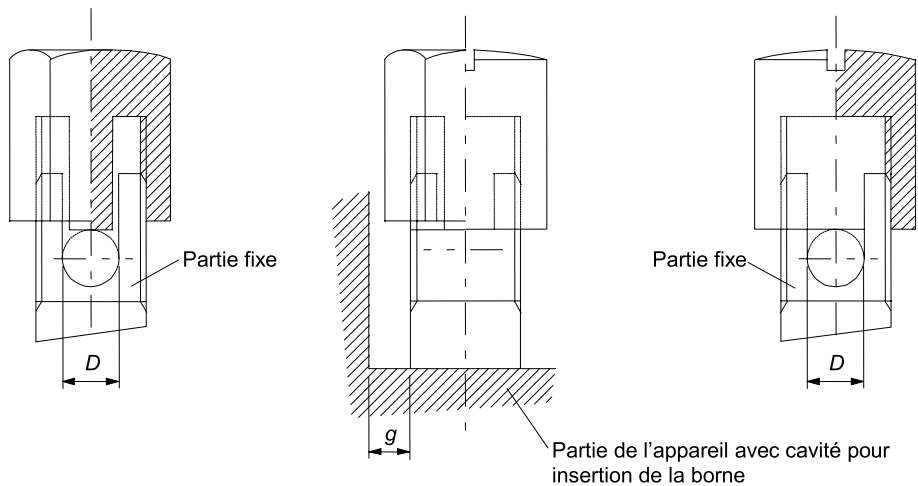
Légende

- A Plaquette
- B Partie fixe
- C Goujon
- D Logement du conducteur

Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur mm	Couple Nm
Jusqu'à 4	3,0	0,5

La forme du logement du conducteur peut différer de celle qui est représentée sur la figure, sous réserve que l'on puisse y inscrire un cercle de diamètre égal à la valeur minimale spécifiée pour *D*.
Les deux faces (supérieure et inférieure) de la plaquette peuvent avoir une forme différente pour loger soit des conducteurs de petite section, soit des conducteurs de grande section par retournement de la plaquette.

Figure 7 – Bornes à plaquette

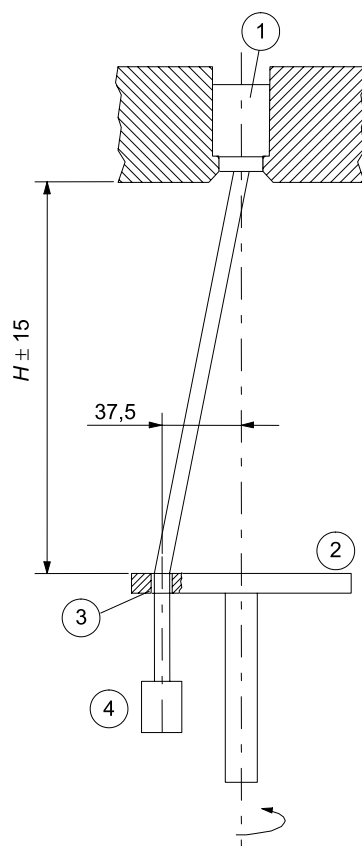


Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Diamètre minimal <i>D</i> du logement du conducteur ^a mm	Distance minimale <i>g</i> entre la partie fixe et l'extrémité du conducteur lorsque celui-ci est introduit à fond mm
Jusqu'à 1,5	1,7	1,5
Jusqu'à 2,5	2,0	1,5
Jusqu'à 4	2,7	1,8

^a Le fond du logement du conducteur doit être légèrement arrondi, de façon à obtenir une connexion fiable.

NOTE La valeur du couple de torsion à appliquer est celle spécifiée dans la colonne 2 ou 3 du Tableau 20, selon le cas.

Figure 8 – Bornes à capot taraudé



IEC 110/11

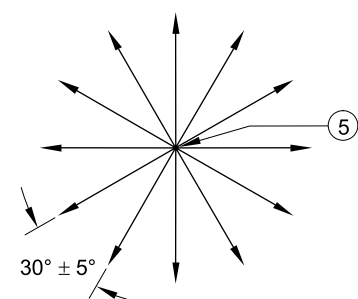
Dimensions en millimètres

Légende

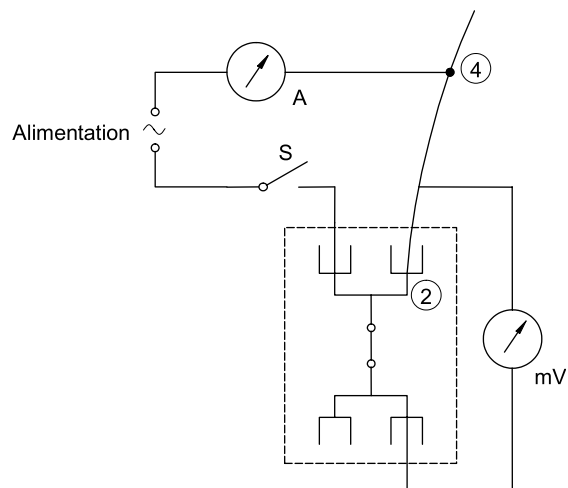
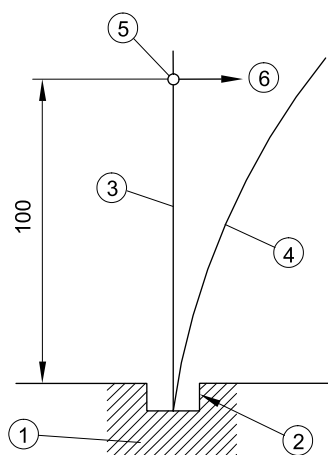
- 1 Borne
- 2 Plateau
- 3 Manchon
- 4 Masse

NOTE Il convient de contrôler que le trou pour le manchon est réalisé de façon à s'assurer que la force appliquée au câble est uniquement une force de traction et que la transmission de tout couple de torsion à la connexion des moyens de serrage est empêchée.

Figure 9 – Dispositif pour vérifier les dommages aux conducteurs



Directions d'application des forces



IEC 111/11

Dimensions en millimètres

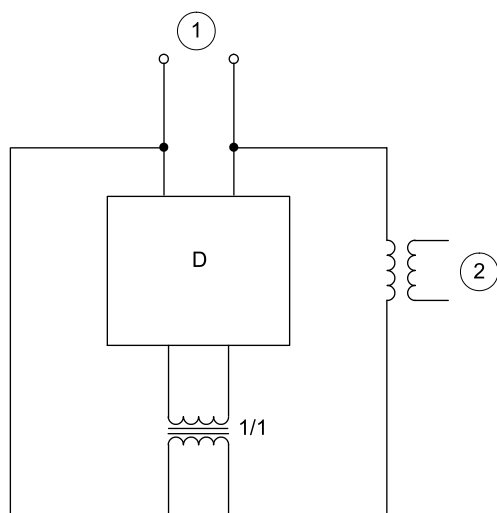
Légende

A	Ampèremètre
mV	Millivoltmètre
S	Interrupteur
1	Echantillon
2	Organe de serrage en essai
3	Conducteur d'essai
4	Conducteur d'essai, dévié
5	Point d'application de la force pour dévier le conducteur
6	Force de déflexion (perpendiculaire au conducteur droit)

Figure 10a – Principe de l'appareil d'essai pour les essais de déflexion sur les bornes sans vis

Figure 10b – Exemple de montage d'essai pour la mesure de la chute de tension lors de l'essai de déflexion sur les bornes sans vis

Figure 10 – Indications pour l'essai de déflexion

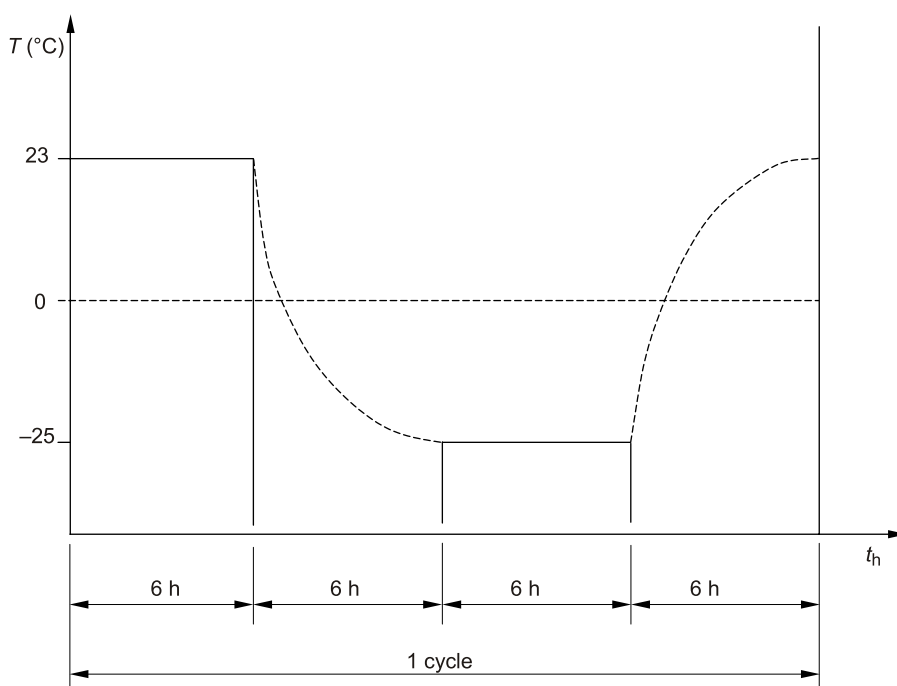


IEC 067/10

Légende

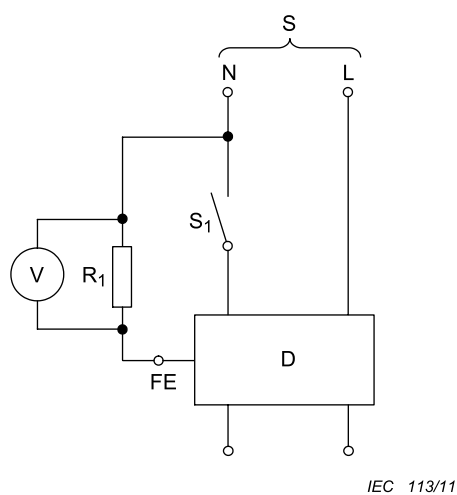
- 1 Alimentation à $1,1 U_n$
- 2 Alimentation en courant
- D DDRPC en essai

Figure 11 – Exemple de circuit d'essai avec courant et tension provenant de sources distinctes



IEC 112/11

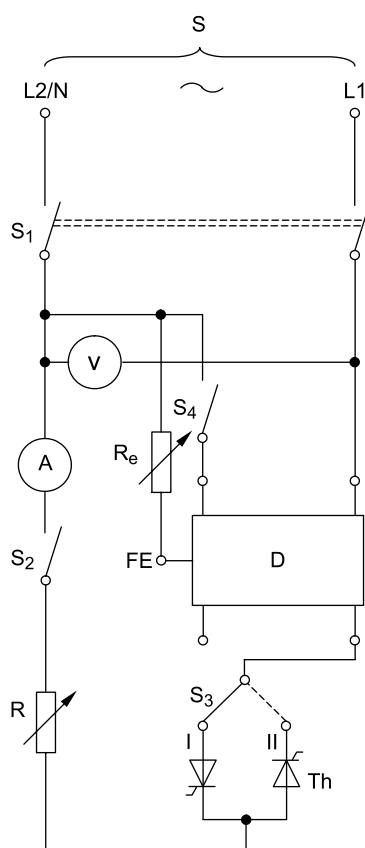
Figure 12 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température



Légende

D	DDRPC en essai
S	Alimentation
S ₁	Interrupteur
V	Voltmètre
R ₁	Résistance
FE	Terre fonctionnelle

Figure 13 – Mesure du courant FE/PE de repos

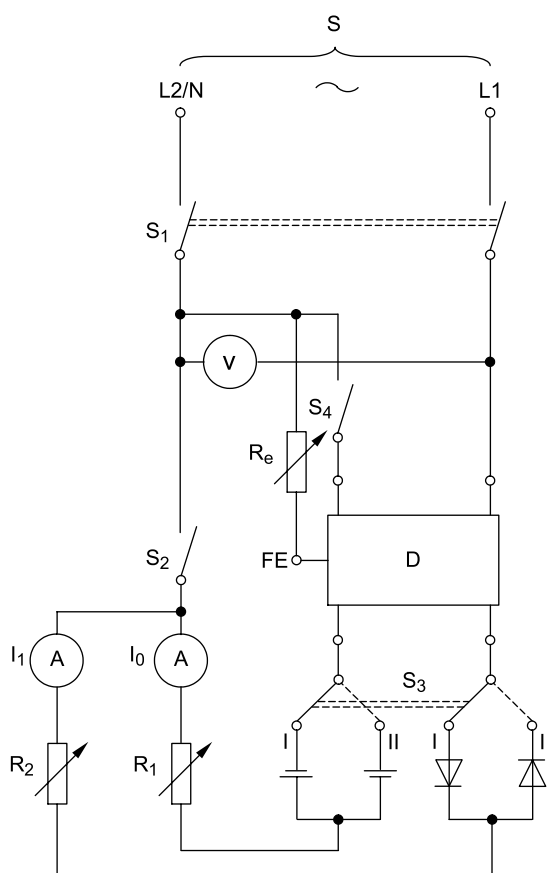


IEC 114/11

Légende

S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre (mesurant les valeurs efficaces)
D	DDRPC en essai
R	Résistance variable
Re	Résistance de 150 Ω
Th	Thyristor
S ₁	Interrupteur bipolaire
S ₂	Interrupteur unipolaire
S ₃	Interrupteur unipolaire à deux voies
S ₄	Interrupteur unipolaire
FE	Terre fonctionnelle

Figure 14 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés

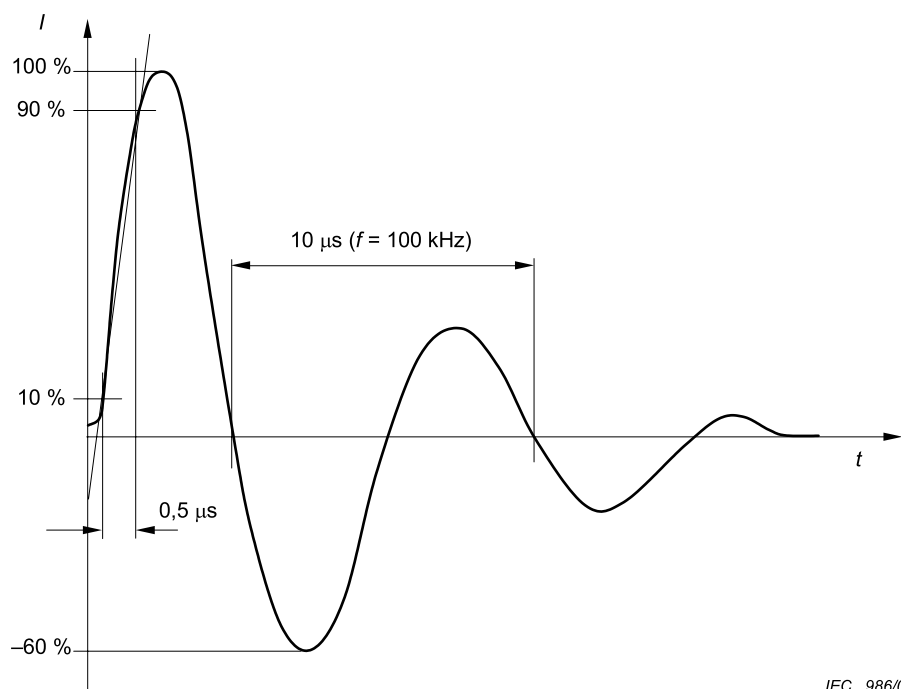


IEC 115/11

Légende

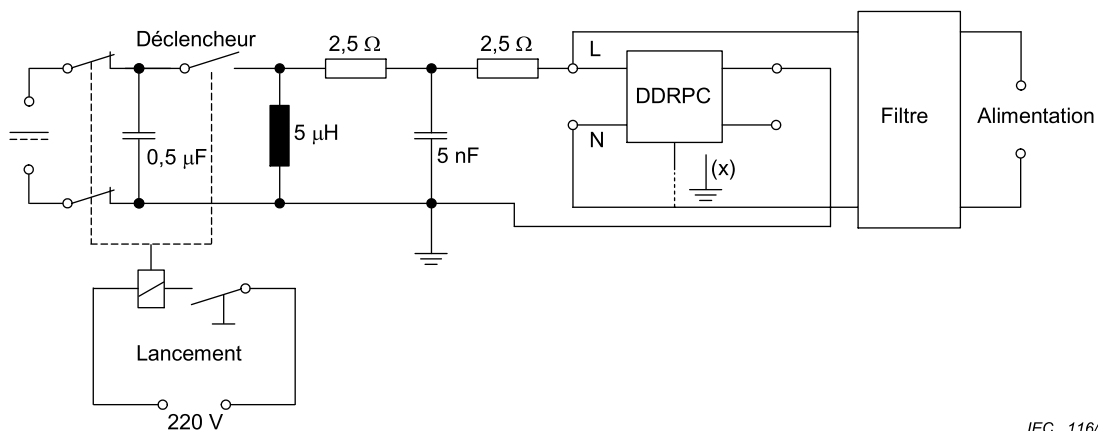
S	Alimentation
V	Voltmètre
A	Ampèremètre (mesurant les valeurs efficaces)
D	DDRPC en essai
R_e	Résistance variable
R_1	Résistance variable
R_2	Résistance variable
D_1	Diode
S_1	Interrupteur bipolaire
S_2	Interrupteur unipolaire
S_3	Interrupteur bipolaire à deux voies
S_4	Interrupteur unipolaire
FE	Terre fonctionnelle

Figure 15 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct des DDRPC dans le cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé



IEC 986/08

Figure 16 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 μs/100 kHz

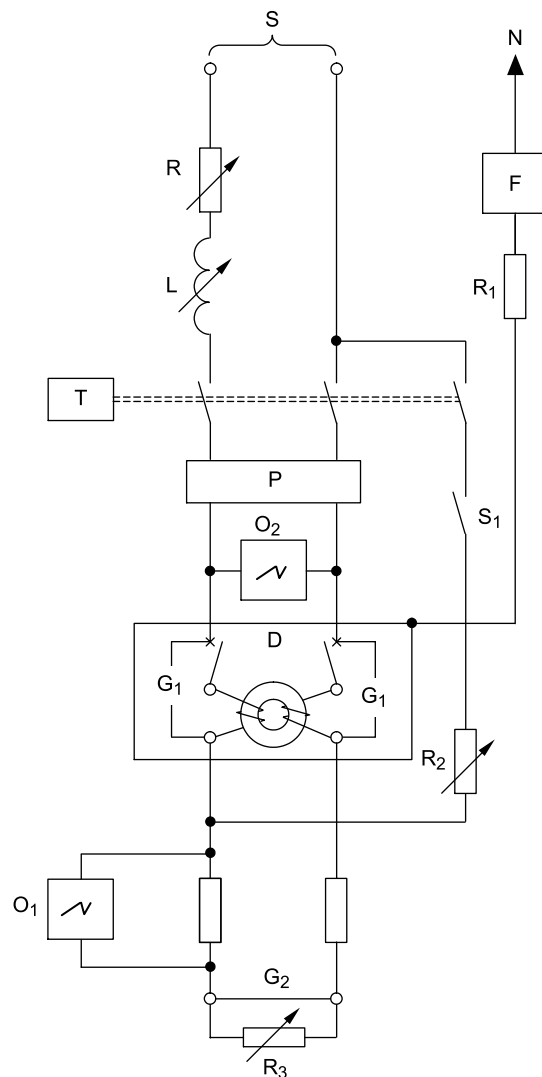


IEC 116/11

Légende

(x) Borne de mise à la terre reliée au conducteur neutre si marquage sur le DDRPC

Figure 17 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC

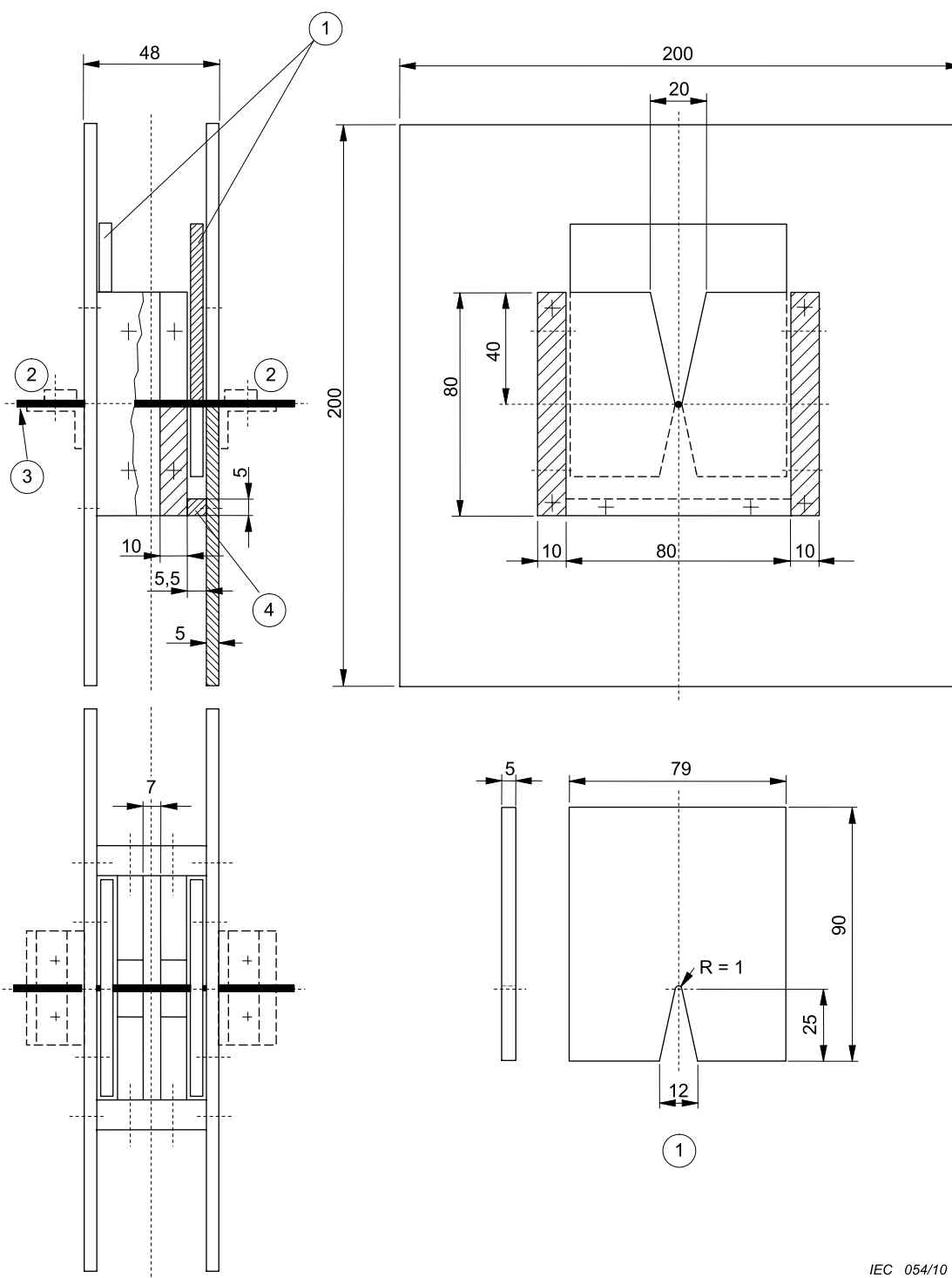


IEC 117/11

Légende

N	Conducteur neutre
S	Alimentation
R	Résistance réglable
L	Bobine de réactance réglable
P	Dispositif de protection contre les courts-circuits (DPCC)
D	DDRPC en essai
G ₁	Connexions provisoires pour l'étalonnage
G ₂	Connexion d'essai avec courant conditionnel de court-circuit assigné
T	Dispositif établissant le court-circuit
O ₁	Capteur de courant
O ₂	Capteur de tension
F	Dispositif de détection d'un courant de défaut dans le dispositif F
R ₁	Résistance limitant le courant dans le dispositif F
R ₂	Résistance réglable pour l'étalonnage I _Δ
R ₃	Résistance supplémentaire réglable pour obtenir un courant inférieur au courant de court-circuit conditionnel assigné
S ₁	Interrupteur auxiliaire

Figure 18 – Circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné et de la coordination



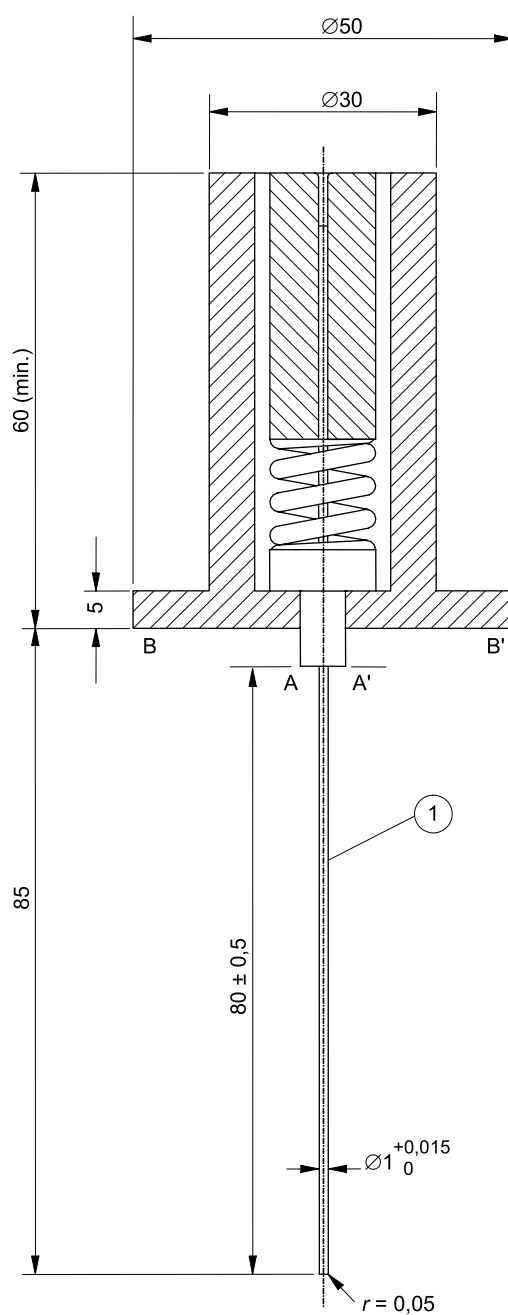
IEC 054/10

Légende

- 1 Plaque coulissante
- 2 Borne
- 3 Fil d'argent
- 4 Butoir pour plaque coulissante

Dimensions en millimètres

Figure 19 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales I^2t et I_p que le DDRPC doit supporter (9.16.2.1 a)



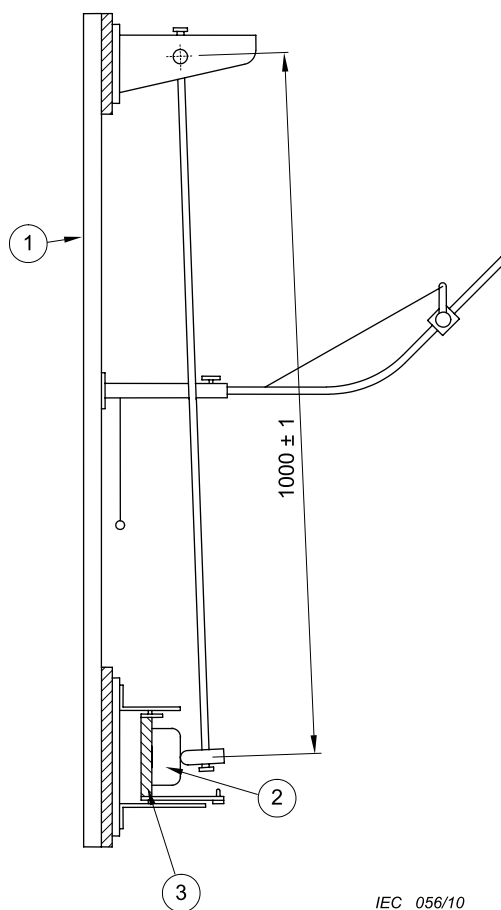
IEC 118/11

Dimensions en millimètres

Légende

1 Fil d'acier rigide

Figure 20 – Calibre de vérification de la non-accessibilité des parties actives



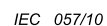
IEC 056/10

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Masse
- 2 Echantillon
- 3 Support de montage

Figure 21 – Appareil d'essai de choc

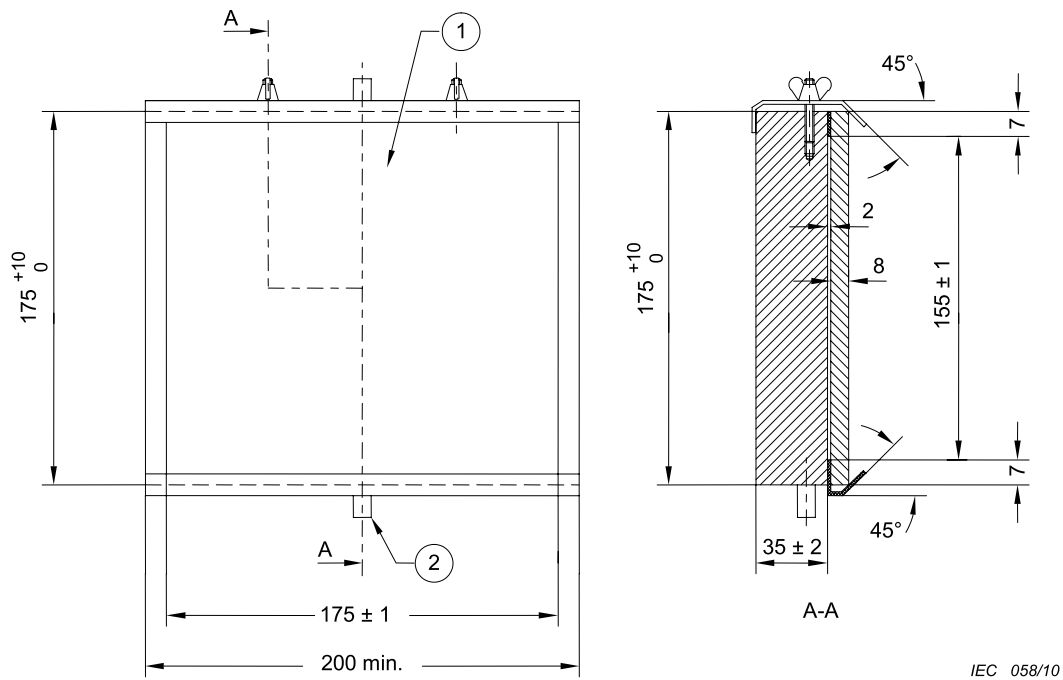


Dimensions en millimètres

Légende

1	Polyamide
2, 3, 4, 5	Acier Fe 360

Figure 22 – Détails de la pièce de frappe

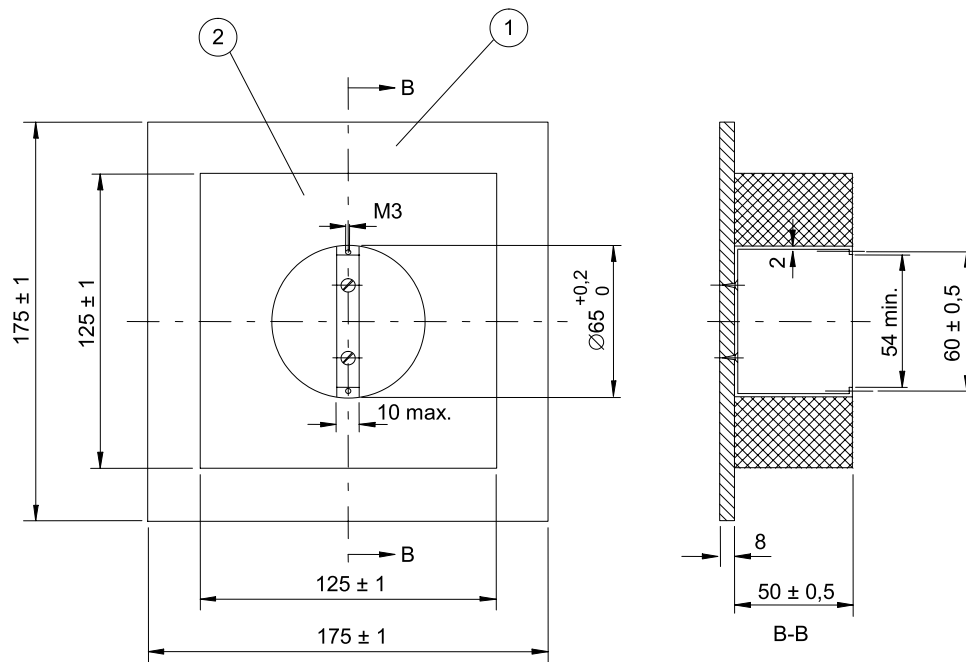


Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Panneau de contreplaqué
- 2 Pivot

Figure 23 – Support de montage des échantillons



IEC 119/11

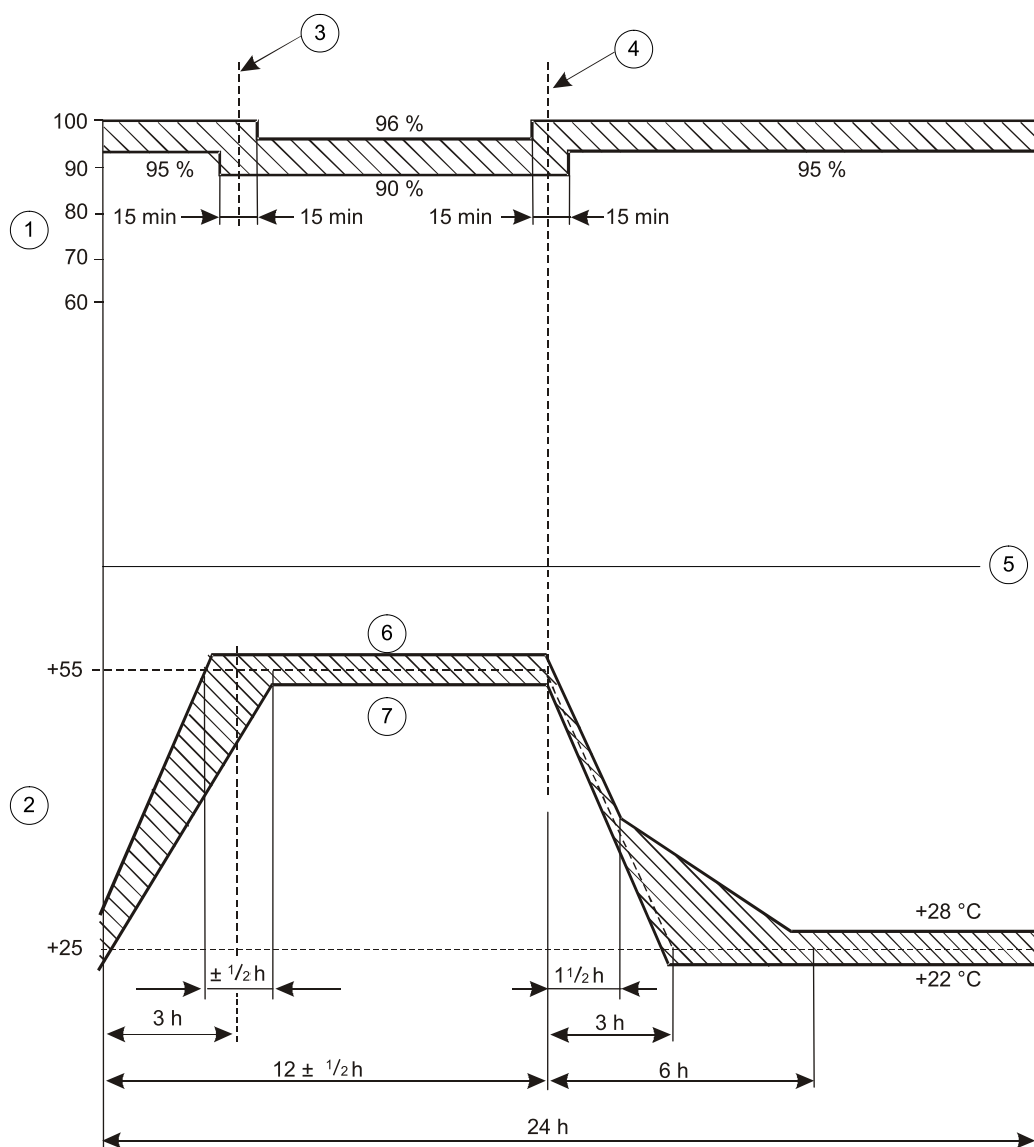
Dimensions en millimètres

Légende

- 3 Panneau de contreplaqué
- 4 Bloc en bois de charme

Les dimensions du logement dans le bloc en bois de charme sont données à titre d'exemple. Des dimensions plus générales sont à l'étude.

Figure 24 – Bloc de montage des DDRPC pour montage encastré

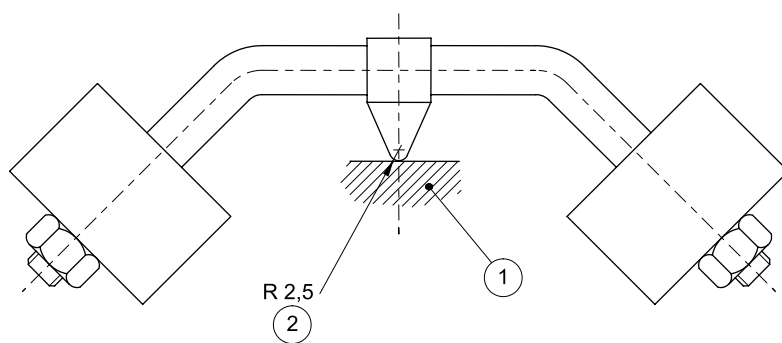


IEC 066/10

Légende

- 1 Humidité relative (%)
- 2 Température ambiante (°C)
- 3 Fin de l'élévation de température
- 4 Début de la diminution de température
- 5 Temps
- 6 Température supérieure +57 °C
- 7 Température inférieure +53 °C

Figure 25 – Cycle d'essai de fiabilité



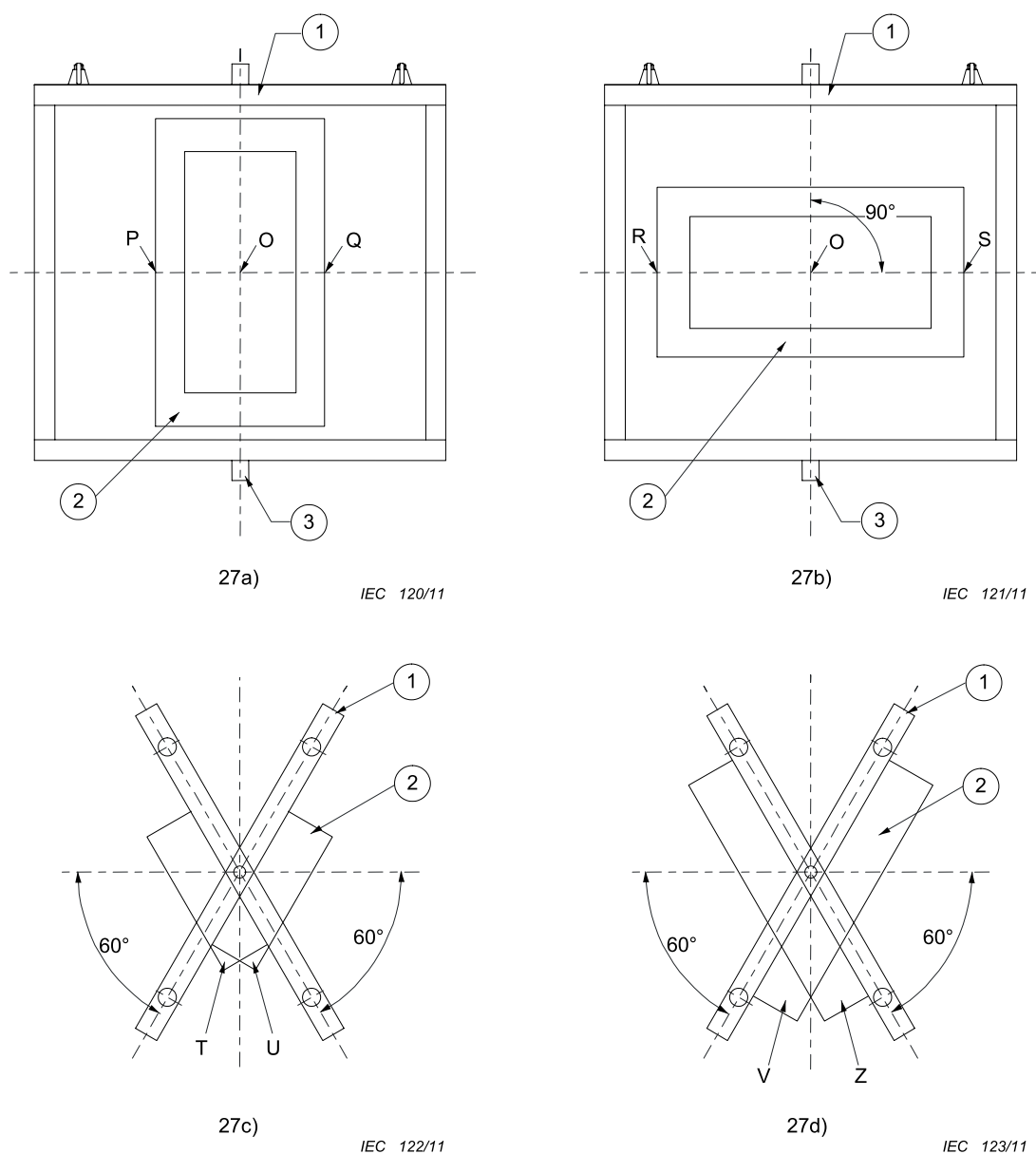
IEC 062/10

Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Echantillon
- 2 Forme sphérique

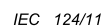
Figure 26 – Appareil pour l'essai de pression à la bille



Application des coups			
Croquis	Nombre total de coups	Points d'application	Parties à soumettre à l'essai
27a)	3	Un coup au centre Un coup entre O et P ^a Un coup entre O et Q ^a	A
27b)	2	Un coup entre O et R ^a Un coup entre O et S ^a	A
27c)	2	Un coup appliqué sur la surface T ^a Un coup appliqué sur la surface U ^a	B, C et D
27d)	2	Un coup appliqué sur la surface V ^a Un coup appliqué sur la surface Z ^a	B, C et D

^a Le coup est appliqué sur le point le plus défavorable.

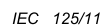
Figure 27 – Croquis et tableau illustrant l'application des coups



Key

- Key
- | | |
|---|-----------------------|
| 1 | A soumettre à l'essai |
| 2 | Echantillon |
| 3 | Aucun essai exigé |

Figure 28 – Représentation schématique de 9.22



La tension d'essai et U_n doivent être en phase.

Figure 29 – Circuit d'essai pour la vérification de la résistance des surtensions temporaires (9.25)

Annexe A (normative)

Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre à essai à des fins de certification

A.1 Généralités

Le terme certification recouvre:

- soit la déclaration de conformité par le constructeur,
- soit la certification par une tierce partie, par exemple, par un laboratoire d'essai indépendant.

A.2 Séquences d'essais

Les essais sont effectués selon le Tableau A.1, les essais de chaque séquence étant effectués dans l'ordre indiqué.

Tableau A.1 – Séquences d'essais

Séquence d'essai	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
A	9.2	Marquage et essai de l'indélétabilité du marquage
	9.3	Vérification du mécanisme à déclenchement libre
	9.6	Essai de la fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions
	9.7	Bornes à vis et bornes sans vis
	9.20	Protection contre les chocs électriques
	9.21	Résistance à la chaleur
	8.3.2	Distances d'isolement et lignes de fuite
	9.22	Résistance à la chaleur anormale et au feu
B ₀	9.12	Résistance à l'humidité
	9.13	Essai des propriétés diélectriques
	9.11.3.1	Essai d'échauffement pour les DDRPC classés selon 4.2.1, 4.2.2 et 4.2.3.
	9.11.3.2	Essai d'échauffement supplémentaire pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b)
	9.16	Vérification de la résistance du DDRPC aux tensions de choc
	9.19.2	Essai à la température de 40 °C
	9.24	Vérification du vieillissement des composants électroniques
B ₁	9.26	Vérification de la valeur limite du courant stationnaire du FE/PE
	9.25	Vérification du comportement du DDRPC dans des conditions de surtensions temporaires
C ₀	9.17	Endurance mécanique et électrique
C ₁	9.15.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure des socles du DDRPC classés selon 4.2.1
D ₀	9.8	Vérification des caractéristiques de fonctionnement des DDRPC de type AC et de type A.
	9.9	Vérification du comportement des DDRPC classés selon 4.2.1 b) en cas de mauvais câblage

Séquence d'essai	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
	9.4	Essais se substituant aux vérifications des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phase et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture .
	9.5	Exigences relatives aux condensateurs et aux résistances et inductances spécifiques utilisés dans les circuits électroniques connectés entre des conducteurs actifs (phases et neutre) et/ou entre des conducteurs actifs et le circuit de terre lorsque les contacts sont en position de fermeture
D ₁	9.23.1	Vérification de la caractéristique de fonctionnement dans des conditions de surintensité applicables
	9.14.2	Vérification de la résistance aux déclenchements indésirables provoqués par des ondes de courant à la terre résultant d'ondes de surtension pour les DDRPC de $I_{\Delta n} \geq 0,010$ A
	9.10	Vérification de l'appareil d'essai
	9.15.2.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de court-circuit différentiel assigné $I_{\Delta m}$
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essais
	9.18	Résistance au choc mécanique
E ₁ ^a	9.15.2.4 a)	Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})
	9.15.2.2	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essais
E ₂ ^a	9.15.2.4 b)	Vérification de la coordination au pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)
	9.15.2.4 c)	Vérification de la coordination à 250 A et avec le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)
	9.15.2.1 i)	Etat du DDRPC après essai
F ₁ ^a	9.23.2.1	Essai à 1 500 A
	9.23.3	Etat du DDRPC après les essais
F ₂ ^a	9.23.2.2	Essai effectué avec le pouvoir de court-circuit assigné (I_{cn})
	9.23.3	Etat du DDRPC après les essais
G	9.19.1	Essai climatique
CEM ₁	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 4 – T1.1 Harmoniques, interharmoniques
		IEC 61543:1995 Tableau 4 – T1.2 Transmission de signaux sur le secteur
		IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.3 Transitoires unidirectionnels conduits à l'échelle de la microseconde et de la milliseconde
CEM ₂	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.1 Tensions ou courants induits oscillatoires et T2.5 Phénomènes émis à haute fréquence
		IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.2 Transitoires rapides (salves) Mode commun
CEM ₃	9.14.1	IEC 61543:1995 Tableau 5 – T2.6 Perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquence inférieure à 150 kHz
		IEC 61543:1995 Tableau 6 – T3.1 Décharges électrostatiques
^a Les séquences d'essais E ou F s'appliquent selon la classification correspondante selon 4.9.		

A.3 Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Si seul un type de DDRPC d'un courant assigné et d'un courant différentiel de fonctionnement assigné est présenté aux essais, le nombre d'échantillons à soumettre aux différentes séries d'essais est celui indiqué dans le Tableau A.2 où sont également indiqués les critères minimaux de performance.

Si tous les échantillons présentés selon la deuxième colonne du Tableau A.2 satisfont aux essais, la conformité à la norme est satisfaite. Si seul le nombre minimal, donné dans la troisième colonne, satisfait aux essais, des échantillons supplémentaires comme indiqué dans la quatrième colonne doivent être soumis à l'essai et doivent alors satisfaire entièrement à la séquence d'essais.

Pour les DDRPC ayant uniquement un courant assigné, mais plus d'un courant différentiel de fonctionnement, deux lots séparés d'échantillons doivent être soumis à chaque séquence d'essais: un lot au courant différentiel de fonctionnement le plus élevé, l'autre lot au courant différentiel de fonctionnement le plus faible.

Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Séquence d'essais	Nombre d'échantillons	Nombre minimal d'échantillons devant satisfaire à l'essai ^{a, b}	Nombre maximal d'échantillons pour les essais répétés ^c
A	1	1	
B ₀	3	2	3
B ₁	3	2	3
C ₀	3	2	3
C ₁	3	2	3
D ₀	3	2 ^d	3
D ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₁ ^g	3	2 ^d	3
E ₂ ^g	3	2 ^d	3
F ₁ ^g	3	2 ^e	3
F ₂ ^g	3	2 ^e	3
G	3	2	3
CEM ₁ ^f	3	2	3
CEM ₂ ^f	3	2	3
CEM ₃ ^f	3	2	3

^a Au total, un nombre maximum de trois séquences d'essais peut être recommencé.

^b On suppose que tout échantillon qui n'a pas satisfait à un essai n'a pas répondu aux exigences en raison de défauts de fabrication ou au montage qui ne sont pas représentatifs de la conception.

^c Dans le cas des essais répétés, tous les résultats d'essai doivent être acceptables.

^d Aucune défaillance n'est admise pendant les essais de 9.8.3, 9.8.4, 9.15.2.2, 9.15.2.3, 9.15.2.4 a), 9.15.2.4 b) et 9.15.2.4 c), selon le cas.

^e Tous les échantillons doivent satisfaire aux exigences de 9.23.2.1 et 9.23.2.2

^f A la demande du constructeur, le même lot d'échantillons peut être soumis à plusieurs séquences d'essais.

^g Pour les DDRPC classés selon 4.2.1 b), le nombre d'échantillons est multiplié par deux.

A.4 Procédures d'essai simplifiées en cas de présentation simultanée d'une série de DDRPC de même conception de base

A.4.1 Généralités

Les DDRPC peuvent être considérés comme ayant la même conception de base si toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- a) ils ont la même conception de base selon la classification;
- b) les organes de manœuvre à courant différentiel ont des mécanismes de déclenchement identiques et des relais ou solénoïdes identiques à l'exception des variations admises en c) et d) ci-dessous;
- c) les matériaux, finitions et dimensions des parties intérieures transportant le courant sont identiques hormis les variations explicitées en a) ci-dessous;
- d) les bornes sont de conception similaire (voir b) ci-dessous);
- e) la taille, la matière, la configuration et la méthode de fixation des contacts sont identiques;
- f) le mécanisme de manœuvre manuel, les matériaux et les caractéristiques physiques sont identiques;
- g) le moulage et les matériaux isolants sont identiques;
- h) la méthode, les matériaux et la construction de l'appareil de connexion sont identiques;
- i) la conception de base du dispositif de détection de courant différentiel est identique, pour un type de caractéristique donné, hormis les variations admises en c) ci-dessous;
- j) la conception de base du dispositif de déclenchement de courant différentiel est identique, hormis les variations admises en d) ci-dessous;
- k) la conception de base de l'appareil d'essai est identique, hormis les variations admises en e) ci-dessous.

Les variations suivantes sont autorisées sous réserve que les DDRPC satisfassent en tous autres points aux exigences détaillées ci-dessus;

- 1) aire de section des connexions internes transportant le courant et longueurs des connexions au tore primaire;
- 2) dimension des bornes;
- 3) nombre de spires et aire de section des enroulements, ainsi que dimension et matériau constitutif du noyau du transformateur différentiel;
- 4) la sensibilité du relais et/ou du circuit électronique associé, s'il y a lieu;
- 5) la valeur ohmique du dispositif produisant le nombre maximal d'ampères-tours nécessaires pour se conformer aux essais de 9.10.

A.4.2 Procédure d'essai simplifiée

Pour les DDRPC de même conception de base et de même classification, ayant des courants assignés différents et/ou un courant différentiel de fonctionnement assigné différent, le nombre d'échantillons à soumettre à l'essai peut être réduit selon le Tableau A.3.

Tableau A.3 – Nombre d'échantillons pour la procédure d'essai simplifiée

Séquence d'essais	Nombre d'échantillons ^{a, b}
A	1 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
B ₀	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
B ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
C	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₀	1 pour toutes les autres valeurs assignées de $I_{\Delta n}$ avec max. I_n
E ₁ et F ₁	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₁ ^c	1 pour toutes les autres valeurs assignées avec $I_{\Delta n}$ min.
E ₂ et F ₂	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$ 3 valeur assignée min. I_n valeur assignée max. $I_{\Delta n}$
G	3 valeur assignée max. I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₁	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₂	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
CEM ₃	3 toute valeur assignée I_n valeur assignée min. $I_{\Delta n}$
^a Si un essai doit être répété selon les critères de performance minimaux de l'Article A.2, un nouveau lot d'échantillons est utilisé pour l'essai correspondant. Dans les essais répétés, tous les résultats d'essai doivent être acceptables. ^b Si une seule valeur de $I_{\Delta n}$ est présentée, la valeur assignée $I_{\Delta n}$ min. et la valeur assignée $I_{\Delta n}$ max. sont remplacées par $I_{\Delta n}$. ^c Pour cette séquence, seul l'essai de 9.23.1 est requis.	

Annexe B (normative)

Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite

Pour la détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite, il convient de tenir compte des points suivants:

Si une distance d'isolement ou une ligne de fuite est influencée par une ou plusieurs pièces métalliques, il convient que la somme des sections ait au moins la valeur minimale prescrite.

Il convient de ne pas tenir compte des sections individuelles de longueur inférieure à 1 mm dans le calcul de la longueur totale des distances d'isolement et des lignes de fuite.

Pour la détermination d'une ligne de fuite

- il convient de mesurer les rainures de profondeur et de largeur au moins égales à 1 mm le long de leur contour;
- il convient de ne pas tenir compte des rainures dont les dimensions sont inférieures à ces dimensions;
- les nervures de hauteur au moins égale à 1 mm
 - a) sont mesurées le long de leur contour, si elles font partie intégrante d'un composant en matière isolante (par exemple, par moulage, soudage ou collage);
 - b) sont mesurées en suivant le plus court des deux trajets suivants: le long du joint ou du profil de la nervure, si les nervures ne font pas partie intégrante d'un composant en matière isolante.

L'application des recommandations qui précèdent est illustrée par les figures suivantes:

- les Figures B.1, B.2 et B.3 indiquent la manière de tenir compte ou de ne pas tenir compte de la présence d'une rainure dans une ligne de fuite;
- les Figures B.4 et B.5 indiquent la manière de tenir compte ou de ne pas tenir compte de la présence d'une nervure dans une ligne de fuite;
- la Figure B.6 illustre la manière de tenir compte d'un joint dans le cas d'une nervure obtenue par insertion d'une cloison isolante, dont le profil extérieur a une longueur supérieure à celle du joint;
- les Figures B.7, B.8, B.9 et B.10 illustrent la manière de déterminer la ligne de fuite dans le cas de moyens de fixation situés dans des évidements dans des parties isolantes de matières isolantes.

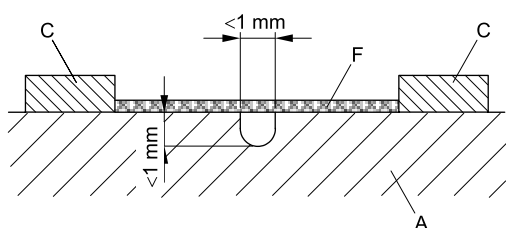


Figure B.1

IEC 071/10

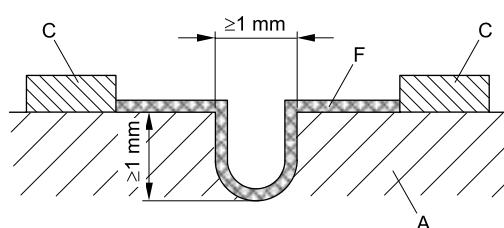


Figure B.2

IEC 072/10

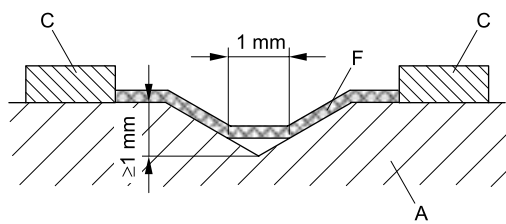


Figure B.3

IEC 073/10

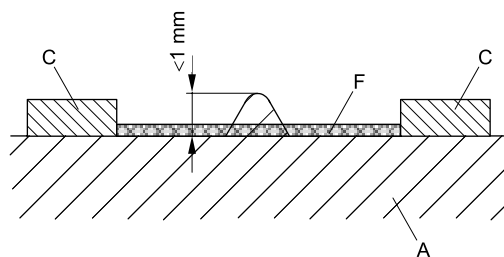


Figure B.4

IEC 074/10

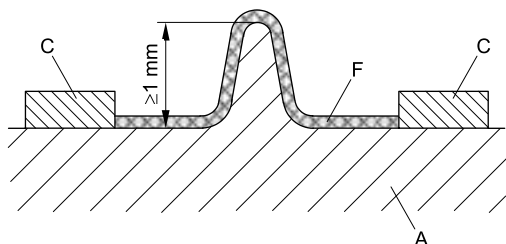


Figure B.5

IEC 075/10

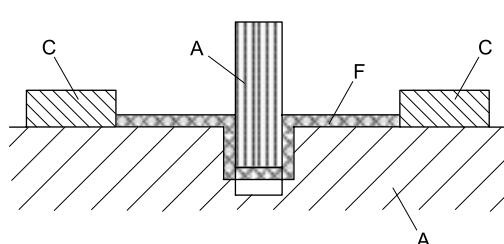


Figure B.6

IEC 076/10

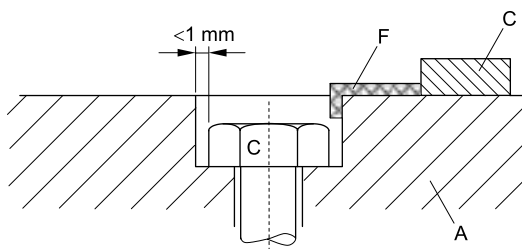


Figure B.7

IEC 077/10

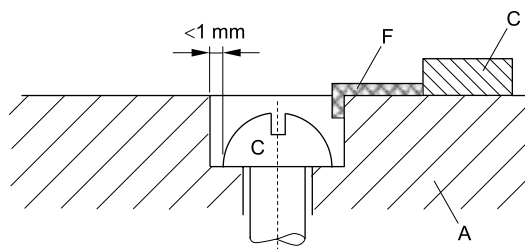


Figure B.8

IEC 078/10

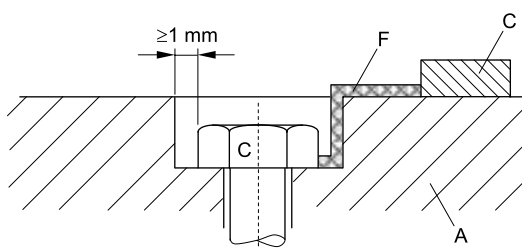


Figure B.9

IEC 079/10

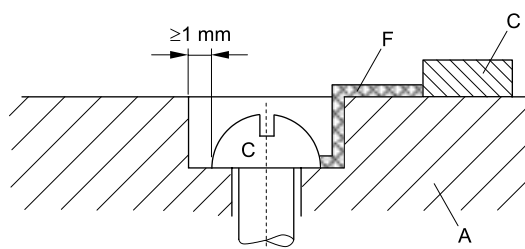


Figure B.10

IEC 080/10

Légende

- A Matière isolante
- C Partie conductrice
- F Ligne de fuite

Figures B.1 à B.10 – Illustrations de l'application des lignes de fuite

Annexe C
(informative)

Relation approximative entre les sections en mm² et les tailles AWG

Aire de section mm ²	AWG	
	Taille	Section métrique équivalente approximative mm ²
0,20	24	0,21
0,34	22	0,32
0,50	20	0,5
0,75	18	0,8
1,00	–	–
1,50	16	1,3
2,50	14	2,1
4,00	12	3,3
6,00	10	5,3

Annexe D **(normative)**

Essais individuels

D.1 Généralités

Les essais spécifiés dans la présente norme sont destinés à déceler, dans la mesure où la sécurité est en cause, les changements inacceptables de matière ou de fabrication. En général, il faut effectuer des essais supplémentaires pour s'assurer que chaque DDRPC est conforme aux échantillons qui ont satisfait aux essais de la présente norme, selon l'expérience acquise par le constructeur.

D.2 Essai de déclenchement

On fait passer un courant résiduel alternativement dans chacun des pôles du DDRPC. Le DDRPC ne doit pas déclencher pour un courant inférieur ou égal à $0,5 I_{\Delta n}$, mais il doit déclencher à $I_{\Delta n}$ dans un temps prescrit (voir Tableau 1). Le courant d'essai doit être appliqué au moins cinq fois sur chaque DDRPC et doit être appliqué au moins deux fois sur chaque pôle.

D.3 Essai diélectrique

Une tension pratiquement sinusoïdale de 1 500 V, de fréquence 50 Hz/60 Hz, est appliquée pendant 1 s entre les parties suivantes:

- a) le DDRPC étant dans la position «ouvert», entre chaque paire de bornes qui sont reliées électriquement entre elles lorsque l'ID est dans la position «fermé»;
- b) pour les DDRPC ne comportant pas de composants électroniques, le DDRPC étant dans la position «fermé», à tour de rôle entre chaque pôle et les autres reliés entre eux;
- c) pour les DDRPC comportant des composants électroniques, le DDRPC étant dans la position «ouvert», soit entre toutes les bornes d'entrée des pôles à tour de rôle, soit entre toutes les bornes de sorties des pôles à tour de rôle, en fonction de la position des composants électroniques.

Au cours de l'essai, il ne doit se produire ni contournement ni perforation.

D.4 Fonctionnement du dispositif d'essai

Le DDRPC étant en position fermé et connecté à une alimentation de la tension appropriée, le dispositif d'essai, lorsqu'il est manœuvré, doit provoquer l'ouverture du DDRPC.

Lorsque le dispositif d'essai est destiné à fonctionner avec plus d'une valeur de la tension, l'essai doit être effectué à la plus faible valeur de la tension.

Annexe E (informative)

Méthodes de détermination du facteur de puissance d'un court-circuit

E.1 Généralités

Il n'existe pas de méthode uniforme permettant de déterminer avec précision le facteur de puissance d'un court-circuit. Deux exemples de méthodes acceptables sont donnés dans la présente annexe.

E.2 Méthode I – Détermination d'après la composante continue

L'angle φ peut être déterminé d'après la courbe de la composante continue de l'onde du courant asymétrique entre l'instant du court-circuit et l'instant de la séparation des contacts, comme suit:

a) La formule de la composante continue est:

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

où

i_d est la valeur de la composante continue à l'instant t ;

i_{do} est la valeur de la composante continue à l'instant choisi comme origine du temps;

L/R est la constante du temps du circuit, en secondes;

t est le temps en secondes, compté à partir de l'instant initial;

e est la base des logarithmes népériens.

La constante de temps L/R peut être déterminée d'après la formule ci-dessus comme suit:

- 1) mesurer la valeur de i_{do} à l'instant du court-circuit et la valeur de i_d à un autre instant t , avant la séparation des contacts;
- 2) déterminer la valeur de $e^{-Rt/L}$ en divisant i_d par i_{do} ;
- 3) d'après une table des valeurs de e^{-x} déterminer la valeur de $-x$ correspondant au rapport i_d/i_{do} ;
- 4) la valeur x représente alors Rt/L , d'où l'on tire L/R .

b) Déterminer l'angle à partir de:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

où ω est 2π fois la fréquence réelle.

Cette méthode n'est pas applicable lorsque les courants sont mesurés à l'aide des transformateurs de courant.

E.3 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'il est fait usage d'un générateur pilote monté sur l'arbre du générateur d'essai, la tension du générateur pilote sur l'oscillogramme peut être comparée du point de vue de

l'angle de phase d'abord à celle du générateur d'essai et ensuite au courant du générateur d'essai.

La différence d'angle de phase entre la tension du générateur pilote et celle du générateur principal d'une part, entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur principal d'autre part, donne l'angle de phase entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel on peut déterminer le facteur de puissance.

Bibliographie

IEC 60038, *Tensions normales de l'IEC*

IEC 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International – Chapitre 411: Machines tournantes*

IEC 60050-426:2008, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 426: Matériel pour atmosphères explosives*

IEC 60050-441:2000, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-442:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 442: Petit appareillage*

IEC 60050-471:2007, *Vocabulaire Electrotechnique International – Part 471: Isolateurs*

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

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60439-3, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 3: Règles particulières pour ensembles d'appareillage BT destinés à être installés en des lieux accessibles à des personnes non qualifiées pendant leur utilisation – Tableaux de répartition*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60670-24:2005, *Boîtes et enveloppes pour appareillage électrique pour installations électriques fixes pour usages domestiques et analogues – Partie 24: Règles particulières pour enveloppes pour appareillages de protection et appareillages similaires ayant une puissance dissipée*

IEC 60999-1:1999, *Dispositifs de connexion – Conducteurs électriques en cuivre – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis – Partie 1: Prescriptions générales et particulières pour les organes de serrage pour les conducteurs de 0,2 mm² à 0,35 mm² (inclus)*

IEC 61008 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID)*

IEC 61009 (toutes les parties), *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD)*

IEC 61084 (toutes les parties), *Systèmes de goulottes et de conduits profilés pour installations électriques*

IEC 61439-1:2009, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 61534 (toutes les parties), *Systèmes de conducteurs préfabriqués*

ISO 306, *Plastiques – Matières thermoplastiques – Détermination de la température de ramollissement Vicat (VST)*

ISO 2039-2, *Plastiques – Détermination de la dureté – Partie 2: Dureté Rockwell*

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch