

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Residual direct current detecting device (RDC-DD) to be used for mode 3
charging of electric vehicles**

**Dispositif de détection à courant différentiel résiduel continu (DD-CDC) à utiliser
pour la charge en mode 3 des véhicules électriques**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2018 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
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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 21 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 16 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

67 000 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: sales@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 - webstore.iec.ch/advsearchform

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 21 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 16 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

67 000 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: sales@iec.ch.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Residual direct current detecting device (RDC-DD) to be used for mode 3
charging of electric vehicles**

**Dispositif de détection à courant différentiel résiduel continu (DD-CDC) à utiliser
pour la charge en mode 3 des véhicules électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-5424-0

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

CONTENTS

FOREWORD.....	11
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
2 Normative references	15
3 Terms, definitions and symbols	15
3.1 Definitions relating to RDC-DD design	16
3.2 Symbols.....	16
4 Classification RDC-DD (RDC-MD, RDC-PD).....	16
4.1 RDC-DDs are classified according to the type of construction	16
4.1.1 RDC-MD	17
4.1.2 RDC-PD	18
4.2 According to the number of poles.....	18
4.3 According to the method of connection	18
4.4 According to the type of terminals.....	18
4.5 According to range of ambient air temperature.....	18
5 Characteristics of RDC-DDs	18
5.1 Summary of characteristics.....	18
5.2 Rated quantities and other characteristics.....	19
5.2.1 Rated voltage (U_n)	19
5.2.2 Rated current (I_n).....	19
5.2.3 Rated DC residual operating current ($I_{\Delta dc}$)	19
5.2.4 Rated DC residual non-operating current ($I_{\Delta ndc}$)	19
5.2.5 Rated frequency	19
5.2.6 Rated making and breaking capacity (I_m).....	19
5.3 Standard and preferred values.....	20
5.3.1 Preferred values of rated voltage (U_n)	20
5.3.2 Preferred values of rated current (I_n).....	20
5.3.3 Standard value of rated DC residual operating current ($I_{\Delta dc}$)	20
5.3.4 Standard value of DC residual non-operating current ($I_{\Delta ndc}$)	20
5.3.5 Preferred values of rated frequency	20
5.3.6 Minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)	20
5.3.7 Minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	21
5.3.8 Standard and preferred values of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	21
5.3.9 Standard values of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)	21
5.3.10 Limiting values of break time	21
5.3.11 Standard value of rated impulse withstand voltage (U_{imp}).....	22
5.4 Coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)	22
5.4.1 General	22
5.4.2 Rated conditional short-circuit current (I_{nc})	23
5.4.3 Rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$).....	23
6 Marking and other product information.....	23
7 Standard conditions for operation in service and for installation.....	25
7.1 Standard conditions	25
7.2 Conditions of installation.....	25

7.3	Pollution degree.....	25
8	Requirements for construction and operation.....	26
8.1	Mechanical design	26
8.1.1	General	26
8.1.2	Mechanism	26
8.1.3	Clearances and creepage distances	27
8.1.4	Screws, current-carrying parts and connections.....	32
8.1.5	Terminals for external conductors	33
8.2	Protection against electric shock.....	35
8.3	Dielectric properties	36
8.4	Temperature rise	36
8.4.1	Temperature rise limits	36
8.4.2	Ambient air temperature	36
8.5	Operating characteristic	36
8.6	Electrical endurance	36
8.7	Performance at short-circuit currents	37
8.8	Resistance to mechanical shock and impact	37
8.9	Resistance to heat	37
8.10	Resistance to abnormal heat and to fire	37
8.11	Test device	37
8.12	Behaviour of RDC-DDs in the case of current surges caused by impulse voltages	38
8.13	Reliability	38
8.14	Electromagnetic compatibility (EMC)	38
8.15	Behaviour of the correct operation for three- and four- pole RDC-DD powered on two poles only	38
9	Tests	38
9.1	General.....	38
9.2	Test conditions	39
9.3	Test of indelibility of marking	40
9.4	Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections	41
9.5	Tests of reliability of screw-type terminals for external copper conductors	42
9.6	Verification of protection against electric shock.....	43
9.7	Test of dielectric properties.....	44
9.7.1	Resistance to humidity.....	44
9.7.2	Insulation resistance of the main circuit	44
9.7.3	Dielectric strength of the main circuit	45
9.7.4	Insulation resistance and dielectric strength of auxiliary circuits	46
9.7.5	Secondary circuit of detection transformers	46
9.7.6	Capability of control circuits connected to the main circuit withstanding high DC voltages due to insulation measurements	47
9.7.7	Verification of impulse withstand voltages (across clearances and across solid insulation)	47
9.8	Test of temperature-rise.....	50
9.8.1	Ambient air temperature	50
9.8.2	Test procedure	51
9.8.3	Measurement of the temperature of parts	51
9.8.4	Temperature rise of a part	51
9.9	Verification of the operating characteristics.....	51
9.9.1	Test circuit and test procedure.....	51

9.9.2	Verification of correct operation of RDC-DDs with smooth DC residual current.....	52
9.9.3	Verification of non-operating time for alternating residual currents.....	54
9.10	Verification of mechanical and electrical endurance	54
9.10.1	General test conditions	54
9.10.2	Test procedure	55
9.10.3	Condition of the RDC-DD after test.....	55
9.11	Verification of the behaviour of the RDC-DD under short-circuit conditions	55
9.11.1	List of the short-circuit tests.....	55
9.11.2	Short-circuit tests	56
9.12	Verification of resistance to mechanical shock and impact	63
9.12.1	Mechanical shock	63
9.12.2	Mechanical impact.....	63
9.13	Test of resistance to heat.....	66
9.14	Test of resistance to abnormal heat and to fire	67
9.15	Verification of the trip-free mechanism	67
9.15.1	General test conditions	67
9.15.2	Test procedure	68
9.16	Verification of the operation of the test device at the limits of rated voltage.....	68
9.17	Verification of the correct operation in case of three- and four- pole RDC-DDs powered on two poles only	68
9.18	Verification of behaviour of RDC-DDs in case of current surges caused by impulse voltages	68
9.18.1	Current surge test for all RDC-DDs (0,5 µs/100 kHz ring wave test).....	68
9.18.2	Verification of behaviour at surge currents up to 3 000 A (8/20 µs surge current test).....	69
9.19	Verification of reliability.....	69
9.19.1	General	69
9.19.2	Climatic test	70
9.19.3	Test with temperature of 40 °C	71
9.20	Verification of ageing of electronic components	72
9.21	Electromagnetic compatibility (EMC).....	72
9.21.1	Tests covered by the present document.....	72
9.21.2	Additional tests.....	72
9.22	Test of resistance to rusting.....	73
Annex A (normative)	Test sequence and number of samples to be submitted for testing purposes	95
A.1	Test sequences	95
A.2	Number of samples to be submitted for full test procedure	96
A.3	Number of samples to be submitted for simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of RDC-DDs of the same fundamental design.....	97
Annex B (normative)	Determination of clearances and creepage distances	100
B.1	General.....	100
B.2	Orientation and location of a creepage distance.....	100
B.3	Creepage distances where more than one material is used.....	100
B.4	Creepage distances split by floating conductive part.....	100
B.5	Measurement of creepage distances and clearances	100
Annex C (normative)	Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests	105

Annex D (normative) Routine tests.....	108
D.1 General.....	108
D.2 Tripping test.....	108
D.3 Electric strength test	108
D.4 Performance of the test device.....	108
Annex E (informative) Methods for determination of short-circuit power-factor	109
Annex F (informative) Examples of terminal designs	110
Annex G (informative) Correspondence between ISO and AWG copper conductors	113
Annex H (informative) SCPDs for short-circuit tests	114
H.1 Introductory remark.....	114
H.2 Silver wires	114
H.3 Fuses	114
H.4 Other means	114
Annex I (normative) Particular requirements for RDC-DDs with screwless type terminals for external copper conductors	115
I.1 Scope	115
I.2 Normative references.....	115
I.3 Definitions	115
I.4 Classification	116
I.5 Characteristics of RDC-DDs.....	116
I.6 Marking and other product information	116
I.7 Standard conditions for operation in service and for installation	116
I.8 Requirements for construction and operation	116
I.8.1 General	116
I.8.2 Connection or disconnection of conductors.....	117
I.8.3 Dimensions of connectable conductors	117
I.8.4 Connectable cross-sectional areas	117
I.8.5 Insertion and disconnection of conductors	118
I.8.6 Design and construction of terminals	118
I.8.7 Resistance to ageing	118
I.9 Tests	118
I.9.1 General.....	118
I.9.2 Test of reliability of screwless terminals.....	118
I.9.3 Tests of reliability of terminals for external conductors: mechanical strength	119
I.9.4 Cycling test	120
I.10 Reference documents	122
Annex J (normative) Particular requirements for RDC-DDs with flat quick-connect terminations.....	124
J.1 Scope	124
J.2 Normative references.....	124
J.3 Definitions	124
J.4 Classification	125
J.5 Characteristics of RDC-DDs.....	125
J.6 Marking and other product information	125
J.7 Standard conditions for operation in service and for installation	125
J.8 Requirements for construction and operation	125
J.8.1 General	125
J.8.2 Clearances and creepage distances (see Annex B)	125

J.8.3	Terminals for external conductors	126
J.9	Tests	126
J.9.1	General	126
J.9.2	Mechanical overload-force	126
J.10	Reference documents	130
Annex K (normative) Specific requirements for RDC-DDs with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors		131
K.1	Scope	131
K.2	Normative references	131
K.3	Definitions	131
K.4	Classification	132
K.5	Characteristics of RDC-DDs	132
K.6	Marking and other product information	132
K.7	Standard conditions for operation in service and for installation	132
K.8	Requirements for construction and operation	132
K.9	Tests	133
K.9.1	General	133
K.9.2	Test conditions	135
K.9.3	Current cycling test	135
Annex L (informative) Examples of RDC-DD according to classification 4.1 based on construction		141
Annex M (normative) Additional requirements and tests for RDC-MDs according to classification 4.1.1.2 consisting of an RDC-M-Unit designed to be assembled on site together to a separate switching protective device		143
M.1	Scope	143
M.2	Normative references	143
M.3	Terms and definitions	143
M.4	Classification	143
M.4.1	According to the type of construction	143
M.5	Characteristics	143
M.5.1	Summary of characteristics	143
M.6	Marking and other product information	144
M.6.1	Manufacturer's name or trademark	144
M.6.2	Marking	144
M.6.3	Instructions for assembly and operation	145
M.7	Constructional requirements	145
M.7.1	General	145
M.7.2	Degree of protection	145
M.7.3	Mechanical requirements	145
M.7.4	Electrical compatibility	145
M.8	Type tests and verifications	146
M.8.1	Tests on RDC-M-units	146
M.8.2	Tests on assembled RDC-MDs	146
M.8.3	Verification of marking and constructional requirements of RDC-MDs	146
M.9	Routine tests on the RDC-M-unit	146
Annex N (normative) Additional requirements and tests for RDC-MDs according to classification 4.1.1.3 consisting of an RDC-MD module electrically coupled to a separate switching device or a protective device		147
N.1	Scope	147

N.2	Normative references.....	147
N.3	Terms and definitions.....	147
N.4	Classification	147
N.4.1	According to the type of construction	147
N.5	Characteristics.....	147
N.5.1	Summary of characteristics.....	147
N.6	Marking and other product information	148
N.6.1	Marking of the RDC-M Module.....	148
N.6.2	Instructions for assembly and operation.....	148
N.7	Constructional requirements	149
N.7.1	Degree of protection	149
N.7.2	Electrical compatibility	149
N.8	Type tests and verifications	149
N.8.1	Tests on RDC-M-module	149
N.8.2	Verification of marking and constructional requirements of RDC-M-module	150
N.8.3	Verification of behaviour in case of disconnection of the external detection module	150
N.9	Routine tests on the RDC-M-module	150
Annex O (normative)	RDC-PDs with integrated DC, pulsating DC (type A) and 6 mA DC detection, evaluation and mechanical switching in one unit according to classification 4.1.2	151
O.1	Scope	151
O.2	Normative references.....	151
O.3	Terms and definitions.....	151
O.4	Classification	151
O.4.1	According to the type of construction	151
O.5	Characteristics.....	151
O.6	Marking and other product information	151
O.7	Requirements for construction and operation	152
O.7.1	General	152
O.7.2	Operating characteristic.....	152
O.8	Tests	152
O.8.1	Testing according to the RCD standard	152
O.8.2	Testing according to this document.....	152
O.9	Routine tests on the RDC-PD.....	153
Bibliography		154
Figure 1	– Standard test finger (9.6)	75
Figure 2	– Test circuit for the verification of operating characteristics (9.9.3)	75
Figure 3	– Test circuit for the verification of the correct operation in case of smooth direct current	76
Figure 4	– Test circuit for 2-pole RDC-DD to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases	77
Figure 5	– Tests circuit for 3-pole and 4-pole RDC-DD to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases.....	77
Figure 6	– Typical diagram for all short circuit tests	78
Figure 7	– Detail of impedances Z , Z_1 and Z_2	78

Figure 8 – Test circuit for endurance test according to 9.10	79
Figure 9 – Informative wave shape of inrush current for tests according to 9.10	80
Figure 10 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD (9.11.2.1 a))	82
Figure 11 – Mechanical shock test apparatus (9.12.1)	83
Figure 12 – Mechanical impact test apparatus (9.12.2.1)	84
Figure 13 – Striking element for pendulum impact test apparatus (9.12.2.1)	85
Figure 14 – Mounting support for sample for mechanical impact test (9.12.2.1)	86
Figure 15 – Example of mounting and unenclosed RDC-DD for mechanical impact test (9.12.2.1)	87
Figure 16 – Example of mounting of panel mounting type RDC-DD for the mechanical impact test (9.12.2.1)	88
Figure 17 – Application of force for mechanical test of rail mounted RDC-DD (9.12.2.2)	89
Figure 18 – Ball-pressure test apparatus (9.13.2)	89
Figure 19 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	90
Figure 20 – Test circuit for the ring wave test at RDC-DDs	90
Figure 21 – Stabilizing period for reliability test (9.19.1.3)	91
Figure 22 – Reliability test cycle (9.19.1.3)	92
Figure 23 – Example for test circuit for verification of ageing of electronic components (9.20)	93
Figure 24 – Surge current impulse 8/20 μ s	93
Figure 25 – Test circuit for the surge current test at RDC-DDs	94
Figure 26 – Example of calibration record for short-circuit test (9.11.2.1 j) ii))	94
Figure B.1 – Examples of methods of measuring creepage distances and clearances	104
Figure C.1 – Test arrangement	106
Figure C.2 – Grid	107
Figure C.3 – Grid circuit	107
Figure F.1 – Examples of pillar terminals	110
Figure F.2 – Examples of screw terminals	111
Figure F.3 – Examples of stud terminals	111
Figure F.4 – Examples of saddle terminals	112
Figure F.5 – Examples of lug terminals	112
Figure I.1 – Connecting samples	120
Figure I.2 – Examples of screwless-type terminals	122
Figure J.1 – Example of position of the thermocouple for measurement of the temperature-rise	127
Figure J.2 – Dimensions of male tabs	128
Figure J.3 – Dimensions of round dimple detents	129
Figure J.4 – Dimensions of rectangular dimple detents	129
Figure J.5 – Dimensions of hole detents	129
Figure J.6 – Dimensions of female connectors	130
Figure K.1 – General arrangement for the test	139
Figure K.2 – Detail of Figure K.1	139
Figure K.3 – Detail of Figure K.1	140
Figure K.4 – Detail of Figure K.1	140

Figure K.5 – Detail of Figure K.1	140
Figure K.6 – Detail of Figure K.1	140
Figure L.1 – RDC-MD according to classifications 4.1.1.1	141
Figure L.2 – RDC-MD according to classification 4.1.1.2 (mechanically coupled)	141
Figure L.3 – RDC-MD according to classification 4.1.1.3 (electrically coupled)	142
Figure L.4 – RDC-PD according to classification 4.1.2	142
Figure M.1 – Symbol to be marked	144
Table 1 – Preferred values of rated voltages	20
Table 2 – Maximum values of break times for residual direct currents	22
Table 3 – Minimum values of non-operating time for alternating residual currents (RMS values)	22
Table 4 – Rated impulse withstand voltage as a function of the nominal voltage of the installation	22
Table 5 – Standard conditions for operation in service	25
Table 6 – Minimum clearances and creepage distances	29
Table 7 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals	33
Table 8 – Temperature rise values	36
Table 9 – List of type tests	39
Table 10 – Test copper conductors corresponding to the rated currents	40
Table 11 – Screw thread diameters and applied torques	41
Table 12 – Pulling forces	42
Table 13 – Test voltage of auxiliary circuits	46
Table 14 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage	49
Table 15 – Tests to be made to verify the behaviour of RDC-DDs under short-circuit conditions	56
Table 16 – Minimum values of i^2t and I_p	57
Table 17 – Power factors for short-circuit tests	59
Table 18 – Tests covered by this document	72
Table 19 – Test to be carried out according to IEC 61543	73
Table 20 – Tripping current ranges for RDC-DDs in case of pulsating DC current	80
Table 21 – Key of letters symbols for all figures	81
Table A.1 – Test sequences	95
Table A.2 – Number of samples for full test procedure	97
Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure	99
Table G.1 – Correspondence between ISO and AWG copper conductors	113
Table H.1 – Indication of silver wire diameters as a function of rated currents and short-circuit currents	114
Table I.1 – Connectable conductors	117
Table I.2 – Cross-sections of copper conductors connectable to screwless-type terminals	118
Table I.3 – Pull forces	119
Table J.1 – Informative table on colour code of female connectors in relationship with the cross section of the conductor	125
Table J.2 – Overload test forces	126

Table J.3 – Dimensions of tabs	127
Table J.4 – Dimensions of female connectors	130
Table K.1 – Marking for terminals	132
Table K.2 – Connectable cross-sections of aluminium conductors for screw-type terminals.....	133
Table K.3 – List of tests according to the material of conductors and terminals	134
Table K.4 – Connectable conductors and their theoretical diameters	134
Table K.5 – Cross sections (S) of aluminium test conductors corresponding to the rated currents	135
Table K.6 – Test conductor length	136
Table K.7 – Equalizer and busbar dimensions.....	136
Table K.8 – Test current as a function of rated current.....	138
Table K.9 – Example of calculation for determining the average temperature deviation D ...	138
Table N.1 – List of required marking and other product information.....	148
Table O.1 – List of type tests according to this document and their applicability.....	153

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RESIDUAL DIRECT CURRENT DETECTING DEVICE (RDC-DD)
TO BE USED FOR MODE 3 CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES**

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.

International Standard IEC 62955 has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories.

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

FDIS	Report on voting
23E/1042/FDIS	23E/1047/RVD

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

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

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

Specific rules in several countries are introduced in:

- Clause 5.3.8.1, Table 4 and 8.1.2 Note 1,
- Annex I Note 1,
- Annex J Note 1,
- Annex J Note 1 and in Clause 8.3.2.

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 this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

INTRODUCTION

According to IEC 60364-7-722, each connecting point is protected by its own RCD of at least type A, having a rated residual operating current not exceeding 30 mA.

Protective measures against DC fault currents need to be taken. The appropriate measures are:

- RCD type B, or
- RCD type A and appropriate equipment that ensures the switching of the supply in case of a DC fault current above 6 mA.

It is the purpose of this document to specify this type of detecting equipment to ensure that the proper functionality of RCDs type A or type F is not impaired by DC residual currents above 6 mA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

RESIDUAL DIRECT CURRENT DETECTING DEVICE (RDC-DD) TO BE USED FOR MODE 3 CHARGING OF ELECTRIC VEHICLES

1 Scope

This International Standard applies to residual direct current detecting devices (RDC-DD) for permanently connected AC electric vehicle charging stations (mode 3 charging of electric vehicles, according to IEC 61851-1 and IEC 60364-7-722), hereafter referred to as RDC-MD (residual direct current monitoring device) or RDC-PD (residual direct current protective device), for rated voltages not exceeding 440 V AC with rated frequencies of 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz and rated currents not exceeding 125 A.

NOTE 1 This document can also be used as guidance for devices for voltages up to and including 690 V AC 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz, at a rated current not exceeding 250 A.

RDC-DDs are intended to remove or initiate removal of the supply to the EV in cases where a smooth residual direct current equal to or above 6 mA is detected.

NOTE 2 The value of 6 mA for smooth residual direct current was chosen to prevent impairing the correct operation of an upstream type A or type F RCD.

This document covers two different classes of residual direct current detecting device (RDC-DD) to be used for mode 3 charging of electric vehicles (see classification in 4.1):

- RDC-MD (monitoring devices), and
- RDC-PD (protective devices).

This document applies to devices performing simultaneously the functions of detection of the residual direct current, of comparison of the value of this current with the residual operating value, and initiating the opening of the circuit when the residual direct current exceeds 6 mA.

RDC-PDs according to this document are suitable for isolation.

RDC-DDs are intended to be used for single-phase or multi-phase circuits in TN-, TT- and IT-systems.

RDC-DDs are intended to be used within the fixed installation.

RDC-DDs are intended to be used in AC circuits only. RDC-DDs according to this document are not intended for bilateral power flow between electric vehicle and fixed installation.

For RDC-DDs with integrated AC, pulsating DC and 6 mA DC detection, evaluation and mechanical switching in one unit, Annex O applies.

For RDC-MD consisting of a RDC-M-unit with a mechanical interface to a separate protective device (circuit breaker or RCD), Annex M applies.

For RDC-MD consisting of a RDC-M-module with separated residual current detection and evaluation with an electrical interface to a switching device (e.g. contactor) or a protective device (circuit breaker or RCD), Annex N applies.

2 Normative references

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

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

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

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

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

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

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

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

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

IEC 60898-1:2015, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for DC operation*

IEC 61008-1:2010, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 61009-1:2010, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

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

IEC 61543:1995/AMD1:2004

IEC 61543:1995/AMD2:2005

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

3 Terms, definitions and symbols

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

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

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

NOTE Wherever "RCD" is written in IEC 62873-2, it is to be read as "RDC-DD".

3.1 Definitions relating to RDC-DD design

3.1.1

RDC-DD

residual direct current detecting device

detection device having at least the functionality of detection and evaluation of 6 mA DC residual currents and switching of the monitored circuit

3.1.2

RDC-MD

residual direct current monitoring device

monitoring device capable of 6 mA DC residual current detection and mechanical switching

3.1.3

RDC-PD

residual direct current protective device

protective device with integrated AC, pulsating DC and 6 mA DC detection, evaluation and mechanical switching

3.1.4

RDC-M-unit

unit that includes detection and evaluation of residual currents and provides a mechanical operation to a RCD or circuit breaker to cause switching of the monitored circuit

3.1.5

RDC-M-module

module to detect residual direct currents and to provide a signal to an electrically coupled switching device to cause switching of the monitored circuit

Note 1 to entry: One module may also consist out of more than one of the mentioned modules.

3.2 Symbols

Rated current	I_n
Residual current	I_{Δ}
Rated DC residual operating current	$I_{\Delta dc}$
Rated DC residual non-operating current	$I_{\Delta ndc}$
Rated voltage	U_n
Rated operational voltage	U_e
Rated insulation voltage	U_i
Rated making and breaking capacity	I_m
Rated conditional short-circuit current	I_{nc}
Rated conditional residual short-circuit current	$I_{\Delta c}$

4 Classification RDC-DD (RDC-MD, RDC-PD)

4.1 RDC-DDs are classified according to the type of construction

NOTE Annex L shows the overview of the following classifications.

4.1.1 RDC-MD

4.1.1.1 RDC-MD with mechanical switching in one unit

RDC-MD capable of 6 mA DC residual current detection, evaluation and mechanical switching in one unit.

For AC and pulsating DC protection, this RDC-MD is intended to be used with a type A RCD according to IEC 61008 or IEC 61009 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA.

NOTE An example of RDC-MD according to this classification is given in Figure L.1.

4.1.1.2 RDC-MD consisting of RDC-M-unit mechanically coupled to a separate protective device

RDC-M-unit capable of 6mA DC residual current detection and evaluation mechanically coupled to a separate protective device:

- a) RCBO type A according to IEC 61009 or a type F according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA; or
- b) RCCB type A according to IEC 61008 or a type F according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA; or
- c) a circuit breaker according to IEC 60898-1.
For AC and pulsating DC protection: this RDC-MD shall be used in series with a type A RCD according to IEC 61008 or IEC 61009 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA.

NOTE 1 This classification is covered by Annex M.

NOTE 2 An example of RDC-MD according to this classification is given in Figure L.2.

4.1.1.3 RDC-MD consisting of RDC-M-module electrically coupled to a separate protective or switching device

RDC-M-module capable of 6mA DC residual current detection and evaluation electrically coupled to a separate protective or switching device:

- a) RCBO type A according to IEC 61009 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA; or
- b) RCCB type A according to IEC 61008 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA; or
- c) a circuit breaker according to IEC 60898-1.
For AC and pulsating DC protection: this RDC-MD shall be used in series with a type A RCD according to IEC 61008 or IEC 61009 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA.
- d) a remotely operated switch e.g. contactor or relay.

For AC and pulsating DC protection: this RDC-MD shall be used in series with a type A RCD according to IEC 61008 or IEC 61009 or a type F RCD according to IEC 62423 with residual operating current rating not exceeding 30 mA.

The switching device may be an RCD or a circuit breaker or a remotely operated switch (e.g. contactor or relay) and may be actuated by using under-voltage or shunt trip operation.

NOTE 1 This classification is covered by Annex N.

NOTE 2 An example of RDC-MD according to this classification is given in Figure L.3.

4.1.2 RDC-PD

RDC-PD with integrated AC, pulsating DC and 6mA DC detection, evaluation and mechanical switching in one unit, suitable for isolation.

NOTE 1 This classification is covered by Annex O.

NOTE 2 An example of RDC-PD according to this classification is given in Figure L.4.

4.2 According to the number of poles

- two-pole RDC-DD;
- three-pole RDC-DD;
- four-pole RDC-DD.

4.3 According to the method of connection

- RDC-DDs, the electrical connections of which are not associated with the mechanical mounting;
- RDC-DDs, the electrical connections of which are associated with the mechanical mounting.

NOTE Examples of this type are:

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

Some RDC-DDs can be of bolt-on type on the line side only, the load terminals being usually suitable for wiring connection.

4.4 According to the type of terminals

- RDC-DDs with screw-type terminals for external copper conductors;
- RDC-DDs with screwless type terminals for external copper conductors;

NOTE 1 The requirements for RDC-DDs equipped with this type of terminals are given in Annex I.

- RDC-DDs with flat quick-connect terminals for external copper conductors;

NOTE 2 The requirements for RDC-DDs equipped with these types of terminals are given in Annex J.

- RDC-DDs with screw-type terminals for external aluminium conductors;

NOTE 3 The requirements for RDC-DDs equipped with these types of terminals are given in Annex K.

4.5 According to range of ambient air temperature

- a) Ambient air temperature range $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ up to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- b) Ambient air temperature range $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ up to $40\text{ }^{\circ}\text{C}$

5 Characteristics of RDC-DDs

5.1 Summary of characteristics

The characteristics of an RDC-DD shall be stated in the following terms:

- rated current I_n (see 5.2.2);
- rated DC residual operating current $I_{\Delta\text{dc}}$ (see 5.2.3);
- rated DC residual non-operating current $I_{\Delta\text{ndc}}$ (see 5.2.4);
- rated voltage U_n (see 5.2.1);
- rated frequency (see 5.2.5);
- rated making and breaking capacity I_m (see 5.2.6);
- degree of protection (see IEC 60529);

- rated conditional short-circuit current I_{nc} (see 5.4.2);
- rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ (see 5.4.3).

5.2 Rated quantities and other characteristics

5.2.1 Rated voltage (U_n)

5.2.1.1 Rated operational voltage (U_o)

The rated operational voltage (hereafter referred to as "rated voltage") of an RDC-DD is the value of voltage, assigned by the manufacturer, to which its performance is referred.

NOTE The same RDC-DD can be assigned a number of rated voltages.

5.2.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

The rated insulation voltage of an RDC-DD is the value of voltage, assigned by the manufacturer, to which dielectric test voltages and creepage distances are referred.

Unless otherwise stated, the rated insulation voltage is the value of the maximum rated voltage of the RDC-DD. In no case shall the maximum rated voltage exceed the rated insulation voltage.

5.2.1.3 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})

The rated impulse withstand voltage of an RDC-DD shall be equal to or higher than the standard values of rated impulse withstand voltage given in Table 4.

5.2.2 Rated current (I_n)

The value of current, assigned to the RDC-DD by the manufacturer, which the RDC-DD can carry in uninterrupted duty.

5.2.3 Rated DC residual operating current ($I_{\Delta dc}$)

The value of residual operating current, assigned to the RDC-DD, at which the RDC-DD shall operate under specified conditions.

5.2.4 Rated DC residual non-operating current ($I_{\Delta ndc}$)

The value of residual non-operating current, assigned to the RDC-DD by the manufacturer, at which the RDC-DD does not operate under specified conditions.

5.2.5 Rated frequency

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

NOTE The same RDC-DD can be assigned a number of rated frequencies.

5.2.6 Rated making and breaking capacity (I_m)

The r.m.s. value of the DC component of prospective current, assigned by the manufacturer, which an RDC-DD can make, carry and break under specified conditions.

The conditions are those specified in 9.11.2.2.

5.3 Standard and preferred values

5.3.1 Preferred values of rated voltage (U_n)

Preferred values of rated voltage are given in Table 1:

Table 1 – Preferred values of rated voltages

RDC-DDs	Circuit supplying the RDC-DD	Rated voltage of RDC-DDs for use in 230 V or 230/400 V or 400 V systems V	Rated voltage of RDC-DDs for use in 120/240 V or 240 V systems V
Two-pole	Single phase (phase to neutral or phase to phase or phase to earthed middle conductor)	230	120
	Single phase (phase to phase)	400	240
	Single phase (phase to phase, 3-wire)		120/240
	Three phase (4-wire) (230/400 V-system phase to neutral or 230 V-system phase to phase)	230	
Three-pole (with three current path)	Three phase (3-wire) (400 V or 230/400 V or 240 V-system)	400	240
Four-pole	Three phase (4-wire) (230/400 V-system)	400	
Wherever in this document there is a reference to 120 V or 120/240 V or 240 V, they may be read as 100 V or 100/200 V or 200 V, respectively.			
Wherever in this document there is a reference to 240 V three phases, it may be read as 100 V or 120/208 V.			

NOTE In Japan, phase to neutral conductor and phase to earthed conductor (grounded conductor) is thought of differently because a single phase 2-wire system supplied from a 2-wire system source does not have a neutral point.

5.3.2 Preferred values of rated current (I_n)

Preferred values of rated current are 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A.

5.3.3 Standard value of rated DC residual operating current ($I_{\Delta dc}$)

Standard value of rated residual operating current is 0,006 A.

5.3.4 Standard value of DC residual non-operating current ($I_{\Delta ndc}$)

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

5.3.5 Preferred values of rated frequency

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

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

5.3.6 Minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)

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

The associated power factors are specified in Table 17.

5.3.7 Minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

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

The associated power factors are specified in Table 17.

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

5.3.8.1 Values up to and including 10 000 A

Up to and including 10 000 A, the values of the rated conditional short-circuit current I_{nc} are standard and are 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A and 10 000 A.

The associated power factors are specified in Table 17.

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

5.3.8.2 Values above 10 000 A

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

The associated power factors are specified in Table 17.

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

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

5.3.9.1 Values up to and including 10 000 A

Up to and including 10 000 A, the values of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$ are standard and are 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A and 10 000 A.

The associated power factors are specified in Table 17.

5.3.9.2 Values above 10 000 A

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

The associated power factors are specified in Table 17.

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

5.3.10 Limiting values of break time

5.3.10.1 Limiting values of break time at sudden appearance of direct current

Limiting values of break time for residual direct currents are given in Table 2.

Table 2 – Maximum values of break times for residual direct currents

Standard values of maximum break time at a residual direct current equal to		
s		
6 mA	60 mA	200 mA
10,0	0,3	0,1

5.3.10.2 Limiting values of non-operating time at sudden appearance of alternating residual current

Minimum values of delay time for alternating residual currents (r.m.s. values) for classification according to 4.1.1.1, 4.1.1.2 c), 4.1.1.3 c) and 4.1.1.3 d) are given in Table 3.

Table 3 – Minimum values of non-operating time for alternating residual currents (RMS values)

Minimum values of non-operating time (s) in event of alternating residual currents (RMS values) equal to			
up to 30 mA	60 mA	150 mA	5 A
no tripping	0,3	0,08	0,08

5.3.11 Standard value of rated impulse withstand voltage (U_{imp})

Table 4 gives the standard value of rated impulse withstand voltages as a function of the nominal voltage of the installation.

Table 4 – Rated impulse withstand voltage as a function of the nominal voltage of the installation

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Nominal voltage of the installation	
	Three-phase systems V	Single-phase system with mid-point earthed V
2,5		120/240 ^a
4	230/400	120/240, 240 ^b
NOTE For test voltages to check the insulation, see Table 14.		
^a For installation practice in Japan.		
^b For installation practice in North American countries.		

5.4 Coordination with short-circuit protective devices (SCPDs)

5.4.1 General

Subclause 5.4 applies to:

- RDC-MDs classified according to 4.1.1.1;
- RDC-MDs classified according to 4.1.1.2 b);
- RDC-MDs classified according to 4.1.1.3 b) and d);
- RDC-PDs classified according to 4.1.2 if the protective device where it is integrated is a RCCB (see Annex O).

RDC-DDs shall be protected against short-circuits by means of circuit-breakers or fuses complying with their relevant standards according to the installation rules of IEC 60364.

Coordination between RDC-DDs and the SCPD shall be verified under the general conditions of 9.11.2.1, by means of the tests described in 9.11.2.3 which are designed to verify that there is an adequate protection of the RDC-DDs against short-circuit currents up to the conditional short-circuit current I_{nc} and up to the conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

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

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

The conditions are those specified in 9.11.2.3 a).

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

The value of the residual prospective current, assigned by the manufacturer, which an RDC-DD, protected by an SCPD, if relevant, can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions.

The conditions are those specified in 9.11.2.3 c).

6 Marking and other product information

Due to physical reasons, for pulsating DC residual currents, only limited selectivity to upstream type A or type F RCDs with a rated residual current of 30 mA can be achieved. For this reason, related information shall be provided by the manufacturer.

Each RDC-DD shall be marked in a durable manner with all or, for small apparatus, part of the following data:

- a) the manufacturer's name or trademark;
- b) type designation, catalogue number or serial number;
- c) rated voltage(s);
- d) rated frequency; RDC-DDs with more than one rated frequency (e.g. 50/60 Hz) shall be marked accordingly;
- e) rated current;
- f) rated residual DC operating current as $I_{\Delta dc} = 0,006 \text{ A}$;
- g) ambient air temperature range $-25 \text{ }^{\circ}\text{C}$ up to $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ () -25 $^{\circ}\text{C}$ 40 $^{\circ}\text{C}$), if applicable;
- h) rated making and breaking capacity, if applicable;
- j) the degree of protection (only if different from IP20);
- k) the position of use, if necessary;
- l) rated residual making and breaking capacity, if different from rated making and breaking capacity, if applicable;
- m) operating means of the test device, marked with the letter "T";
- n) wiring diagram.

An associated switching device, if any, shall be marked with the data in accordance with the relevant product standard for that device.

The marking shall be on the RDC-DD itself or on a nameplate or nameplates attached to the RDC-DD and shall be located so that it is legible when the RDC-DD is installed.

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

If, for small devices, the space available does not allow all the above data to be marked, at least the information in e), f) and m) shall be marked and visible when the device is installed. The information in a), b), c), k), l), and n) may be marked on the side or on the back of the device and be visible only before the device is installed. Alternatively the information in n) may be inscribed on the inside of any cover which has to be removed in order to connect the supply wires. Any remaining information not marked shall be given in the manufacturer's catalogues.

The manufacturer shall state the Joule integral I^2t and the peak current I_p withstand capabilities for RDC-DD. Where these are not stated, minimum values as given in Table 16 apply.

Where relevant, the manufacturer shall give the reference of one or more suitable SCPDs in their catalogues and in a sheet accompanying each device.

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

Red shall not be used for any other push-button of the RDC-DD. If a push-button is used for closing the contact and is evidently identified as such, its depressed position is sufficient to indicate the closed position.

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

If it is necessary to distinguish between the supply and the load terminals, they shall be clearly marked (e.g. by "line" and "load" placed near the corresponding terminals or by arrows indicating the direction of power flow).

Terminals exclusively intended for the connection of the neutral conductor shall be indicated by the letter "N".

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

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

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

For universal terminals (for rigid-solid, rigid-stranded and flexible conductors):

- no marking.

For non-universal terminals:

- terminals declared for rigid-solid conductors only shall be marked by the letters "s" or "sol";

- terminals declared for rigid (solid and stranded) conductors only shall be marked by the letter "r".

The markings should appear on the RDC-DD or, if the space available is not sufficient, on the smallest package unit or in technical information.

7 Standard conditions for operation in service and for installation

7.1 Standard conditions

RDC-DDs complying with this document shall be capable of operating under the standard conditions shown in Table 5.

Table 5 – Standard conditions for operation in service

Influencing quantity	Standard range of application	Reference value	Test tolerances ⁶⁾
Ambient temperature ^{1) 7)}	–5 °C to +40 °C ²⁾ –25 °C to +40 °C	20 °C	±5 °C
Altitude	Not exceeding 2 000 m		
Relative humidity maximum value 40 °C	50 % ³⁾		
External magnetic field	Not exceeding 5 times the earth's magnetic field in any direction	Earth's magnetic field	⁴⁾
Position	As stated by the manufacturer, with a tolerance of 2° in any direction ⁵⁾	As stated by the manufacturer	2° in any direction
Frequency	Reference value ±5 % ⁶⁾	Rated value	±2 %
Sinusoidal wave distortion	Not exceeding 5 %	Zero	5 %
¹⁾ The maximum value of the mean daily temperature is +35 °C. ²⁾ Values outside the range are admissible where more severe climatic conditions prevail, subject to agreement between manufacturer and user. ³⁾ Higher relative humidities are admitted at lower temperature (for example 90 % at 20 °C). ⁴⁾ When an RDC-DD is installed in proximity of a strong magnetic field, supplementary requirements may be necessary. ⁵⁾ The device shall be fixed without causing deformation liable to impair its functions. ⁶⁾ The tolerances given apply unless otherwise specified in the relevant test. ⁷⁾ Extreme limits of –20 °C and +60 °C are admissible during storage and transportation, and should be taken into account in the design of the device.			

7.2 Conditions of installation

RDC-DDs shall be installed in accordance with the manufacturer's instructions.

7.3 Pollution degree

RDC-DDs complying with this document are intended for environment with pollution degree 2, i.e. normally, only non-conductive pollution occurs; occasionally, however, a temporary conductivity caused by condensation may be expected.

8 Requirements for construction and operation

8.1 Mechanical design

8.1.1 General

For RDC-MDs according to the classification of 4.1.1.2 and 4.1.1.3, the separate units or modules, if any, shall be from the same manufacturer, being affixed with the same trademark or all parts shall be declared suitable for use together with the other units or modules by the individual manufacturers.

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

It shall not be possible to alter the operating characteristics of the RDC-DD by means of external interventions.

The protective conductor of the installation shall not become live in such a way that a dangerous touch voltage is created when the RDC-DD is operated. A standing current in the PE up to the limit of 1 mA is accepted with a touch voltage limited not exceeding dangerous levels according to IEC 60364 series and IEC 60479 series of standards.

The RDC-DD shall be designed such that in the event that it loses its supply, charging of the EV is denied.

RDC MDs according to the classification of 4.1.1.3 shall be designed such that, in the event of the loss of a functional external connection between the modules or units, charging of the EV is denied.

RDC-MD shall provide indication or signal in case it has tripped or it has provided a tripping signal or tripping action.

Compliance is checked by inspection and verification at rated voltage, if applicable.

The protection means with which the RDC-MD is declared to be used in conjunction with shall pass all relevant tests of its own product standard with the RDC-MD connected and in use.

8.1.2 Mechanism

The moving contacts of all poles of multipole RDC-DDs shall be mechanically coupled so that all poles except the neutral, if any, make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

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

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

RDC-DDs shall have trip-free mechanisms.

The RDC-DDs shall have a reset function. The reset function may be activated locally or remotely. This remote reset may also be initiated by activating the charging process.

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

NOTE 1 In the USA, the colours red and green are not used for contact position indication.

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.15.

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

When an indicator light is used, this shall be lit when the RDC-DD is in a closed position and be of a bright colour.

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

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

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

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

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

NOTE 2 Provisionally, in certain countries top to bottom closing is allowed.

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

8.1.3 Clearances and creepage distances

NOTE 1 See Annex B.

The minimum required clearances and creepage distances are given in Table 6, which is based on the RDC-DD being designed for operating in an environment with pollution degree 2 and overvoltage category III.

The clearances of items 1, 2 and 4 (except accessible surface after installation, see Note 2) may be reduced provided that the measured clearances are not less than the minimum allowed in IEC 60664-1 for homogenous field conditions.

NOTE 2 Accessible surface after installation means any surface accessible by the user when the RDC-DD is installed according to the manufacturer's instructions. The test finger can be applied to determine whether a surface is accessible or not.

In the above case:

- a) compliance for item 1 is checked by the test according to 9.7.7.3.2.
- b) after the humidity treatment described in 9.7.1, compliance for items 2 and 4 and arrangements of 9.7.2 items b), c), d) and e) are checked in the following order:
 - tests according to 9.7.2 to 9.7.6 as applicable,
 - test according to 9.7.7.2 is applied with test voltages given in Table 14 with test arrangements of 9.7.2 items b), c), d), e).

If measurement does not show any reduced clearance, tests in 9.7.7.2 or 9.7.7.3.2 are not applied.

Compliance for item 3 in Table 6 is checked by measurement.

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

The insulating materials are classified into material groups on the basis of their comparative tracking index (CTI) according to 4.8.1 of IEC 60664-1:2007.

NOTE 3 Information on the requirements for design of solid insulation and appropriate testing is provided in 5.3 and 6.1.3 of IEC 60664-1:2007.

NOTE 4 For clearances on printed wiring material, Footnote 3 of Table F.2 in 60664-1:2007 can be used: "For printed wiring material, the values for pollution degree 1 apply except that the value shall not be less than 0,04 mm, as specified in Table F.4." For creepage distances on printed wiring material, distances in Table F.4 in IEC 60664-1:2007 can be used if protected with a coating meeting IEC 60664-3 requirements and tests.

The dimensioning of clearances and creepage distances for spacings equal to or less than 2 mm for printed wiring boards may be optimised under certain conditions in the case of use of IEC 60664-5. Only humidity levels HL2 and HL3 are considered.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Table 6 – Minimum clearances and creepage distances

Description/Item	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{e, f} mm														
				Group IIIa ^h (175 V ≤ CTI < 400 V) ^d			Group II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^e						Group I (600 V ≤ CTI) ^d					
	Rated voltage V			Working voltage ^e V														
				<i>U_{Imp}</i>														
				2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description/Item	120/240	120/240	230/400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400			
	120																	
1. Between live parts which are separated when the main contacts are in the open position ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	2,0	3,0	3,0	0,9	2,0	3,0	3,0	0,6	1,2	3,0	3,0			
2. Between live parts of different polarity ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0			
3. Between circuits supplied from different sources, one of which being PELV or SELV ^g	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0			

	Minimum clearances mm			Minimum creepage distances ^{e, f} mm					
				Group IIIa ^h (175 V ≤ CTI < 400 V) ^d	Group II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^d	Group I (600 V ≤ CTI) ^d			
	Rated voltage V			Working voltage ^e V					
	U_{imp}								
	2,5 kV	4 kV	4 kV	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 RDC-DD									
– surface on which the RDC-DD is mounted ^b									
– screws or other means for fixing the RDC-DD ^b									
– metal covers or boxes ^b									
– other accessible metal parts ^c									
– metal frames supporting flush-type RDC-DDs									

Care should be taken to provide adequate clearances and creepage distances between live parts of different polarity of RDC-DDs. If the clearance and creepage distances requirements are not fulfilled to all the surfaces adjacent to the RDC-DD, appropriate information will be provided for installation purposes.

NOTE 1 The values given for 400 V are also valid for 440 V.

NOTE 2 The parts of the neutral path, if any, are considered to be live parts.

- a For auxiliary and control contacts the values are given in the relevant standard.
- 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 RDC-DD is mounted are not dependent on the design of the RDC-DD only, so that they can be reduced when the RDC-DD 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 for normal use. The foil is pushed into corners, grooves, etc., by means of a straight unjointed test finger according to 9.6 (see Figure 1).
- d See IEC 60112.
- e Interpolation is allowed in determining creepage distances corresponding to voltage values intermediate to those listed as working voltage. When interpolating, linear interpolation shall be used and values shall be rounded to the same number of digits as the values picked up from the tables. For determination of creepage distances, see Annex B.
- f Creepage distances cannot be less than the associated clearances.
- g To cover all different voltages including ELV in an auxiliary contact.
- h For material group IIb ($100\text{ V} \leq \text{CTI} < 175\text{ V}$), 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.

8.1.4 Screws, current-carrying parts and connections

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

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

Screws (or nuts) that are used for mounting the RDC-DD include screws for fixing covers or cover-plates, but not connecting means for screwed conduits and for fixing the base of an RDC-DD.

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

Screwed connections are considered as checked by the tests of 9.8, 9.11, 9.12, 9.13 and 9.20.

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

Compliance is checked by inspection and by manual test.

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

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

Compliance is checked by inspection.

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

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

Examples of suitable materials are given below:

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

In case of using ferrous alloys or suitably coated ferrous alloys, compliance to resistance to corrosion is checked by a test of resistance to rusting (9.22).

The requirements of this subclause do not apply to contacts, magnetic circuits, heater elements, bimetals, shunts, parts of electronic devices or to screws, nuts, washers, clamping plates, similar parts of terminals and parts of the test circuit.

8.1.5 Terminals for external conductors

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

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

Such arrangements may be either of the plug-in or of the bolt-on type.

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

Compliance is checked by inspection, by the tests of 9.5 for screw-type terminals, by specific tests for plug-in or bolt-on RDC-DDs included in the document, or by the tests of Annex I, K or L, as relevant for the type of connection.

8.1.5.2 RDC-DDs shall be provided with:

- either terminals that shall allow the connection of copper conductors having nominal cross sectional areas as shown in Table 7; or

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

- terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors according to Annex K.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting, in turn, one conductor of the smallest and one of the largest cross-sectional area as specified.

Table 7 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals

Rated current ^{a)} A		Range of nominal cross-section to be clamped ^{b)} mm ²	
Greater than	Up to and including	Rigid (solid or stranded ^{c)} conductors	Flexible conductors
–	13	1 to 2,5	1 to 2,5
13	16	1 to 4	1 to 4
16	25	1,5 to 6	1,5 to 6
25	32	2,5 to 10	2,5 to 6
32	50	4 to 16	4 to 10
50	63	10 to 25	10 to 16

NOTE Information on AWG is given in Annex G.

^{a)} A range of RDC-DDs having the same fundamental design and having the same design and construction of terminals, the terminals are fitted with copper conductors of the smallest cross-section for the minimum rated current and largest cross-section for the maximum rated current, as specified, solid and stranded, as applicable.

^{b)} It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections from 1 mm² up to 6 mm² be designed to clamp solid conductors only.

^{c)} Rigid stranded conductors shall be used for conductors having cross-sections from 1,5 mm² up to 50 mm² and shall be in compliance with class 2 of IEC 60228, related to stranded conductors for single-core.

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

Compliance is checked by inspection and by the tests of 9.5.

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

Compliance is checked by inspection.

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

8.1.5.5 Terminals shall have adequate mechanical strength.

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

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

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

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

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

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

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

This requirement does not apply to lug terminals.

Compliance is checked by the test of 9.5.4.

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

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

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

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

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

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

Compliance is checked by manual test.

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

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

8.2 Protection against electric shock

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

NOTE The term "normal use" implies that RDC-DDs are installed according to the manufacturer's instructions.

A part is considered to be "accessible" if it can be touched by the standard test finger (see 9.6).

For RDC-DDs, external parts, other than screws or other means for fixing covers and labels, which are accessible when the RDC-DDs are mounted and wired as in normal conditions of use, shall either be of insulating material, or be lined throughout with insulating material, unless the live parts are within an internal enclosure of insulating material.

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

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

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

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

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

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

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

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

8.3 Dielectric properties

RDC-DDs shall have adequate dielectric properties.

Control circuits connected to the main circuit shall not be damaged by high DC voltage owing to insulation measurements that are normally carried out after RDC-DDs are installed.

Compliance is checked by the tests of 9.7.

8.4 Temperature rise

8.4.1 Temperature rise limits

The temperature rises of the parts of an RDC-DD specified in Table 8, measured under the conditions specified in 9.8.2, shall not exceed the limiting values stated in that table.

The RDC-DD shall not suffer damage impairing its functions and its safe use.

Table 8 – Temperature rise values

Parts ^{a, b}	Temperature rise
	K
Terminals for external connections	65
External parts liable to be touched during manual operation of the RDC-DD, including operating means of insulating material and metallic means for coupling insulated operating means of several poles	40
External metallic parts of operating means	25
Other external parts, including the face of the RDC-DD in direct contact with the mounting surface	60
^a No value is specified for the contacts, since the design of most RDC-DDs is such that a direct measurement of the temperature of those parts cannot be made without the risk of causing alterations or displacement of parts likely to affect the reproducibility of the tests. The test of reliability (see 9.19) is considered to be sufficient for checking indirectly the behaviour of the contacts with respect to undue temperature-rises in service.	
^b No value is specified for parts other than those listed, but no damage shall be caused to adjacent parts of insulating materials, and the operation of the RDC-DD shall not be impaired.	

8.4.2 Ambient air temperature

The temperature-rise limits given in Table 8 are applicable only if the ambient air temperature remains between the limits given in Table 5.

8.5 Operating characteristic

The operating characteristic of RDC-DDs shall comply with the requirements of 9.9.1, 9.9.2 and 9.9.3 as applicable.

8.6 Electrical endurance

RDC-DDs shall be capable of performing an adequate number of electrical operations.

The RDC-DD shall withstand an inrush current representing a typical charger of an electric vehicle.

NOTE The requirement for the inrush current of an electric vehicle is based on ISO 17409.

Compliance is checked by the test of 9.10

8.7 Performance at short-circuit currents

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

Compliance is checked by the tests of 9.11.

8.8 Resistance to mechanical shock and impact

RDC-DDs shall have adequate mechanical behaviour so as to withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the test of 9.12.

8.9 Resistance to heat

RDC-DDs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the test of 9.13.

8.10 Resistance to abnormal heat and to fire

External parts of RDC-DDs 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 document.

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

8.11 Test device

An RDC-DD shall be provided with a manual or an automatically initiated test function or both that checks the residual DC detection circuit.

Where provided the automatic test function shall be performed at every switch on and at intervals not exceeding at least once a day.

During automatic testing, it is not required to open the contacts.

NOTE 1 The mechanical parts of the mechanism are verified by the endurance tests and the contacts are verified by the short circuit tests. For that reason, these parts are expected to be highly reliable and need not to be included in a periodic test.

In the event of a manual test, the RDC-DD shall trip.

NOTE 2 Additional requirements and testing procedure for testing the performance manually or automatically are under consideration.

In the event that a malfunction is detected during automatic testing, the RDC-DD shall cause disconnection of the supply to the EV.

The protective conductor of the installation shall not become live when the test function is initiated and it shall not be possible to energize the circuit on the load side when the RDC-DD is in the open position and connected as in normal use.

For verification, the manufacturer shall provide the necessary documentation of the test function circuit.

Compliance is checked by tests of 9.16.

8.12 Behaviour of RDC-DDs in the case of current surges caused by impulse voltages

RDC-DDs shall adequately withstand the current surges to earth due to the loading of the capacitances of the installation and the current surges to earth due to flashover in the installation.

Compliance is checked by the tests of 9.18.

8.13 Reliability

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

Compliance is checked by the tests of 9.19 and 9.20.

8.14 Electromagnetic compatibility (EMC)

Residual current devices shall comply with relevant EMC requirements.

Compliance is checked by the tests of 9.21.

8.15 Behaviour of the correct operation for three- and four- pole RDC-DD powered on two poles only

Three- and four-pole RDC-DD shall be able to operate if they are powered on only two poles.

Compliance is checked by the tests of 9.17.

9 Tests

9.1 General

9.1.1 The characteristics of RDC-DDs are checked by means of type tests.

Type tests required by this document are listed in Table 9.

Table 9 – List of type tests

Test	Subclause
– Indelibility of marking	9.3
– Reliability of screws, current-carrying parts and connections	9.4
– Reliability of terminals for external conductors	9.5
– Protection against electric shock	9.6
– Dielectric properties	9.7
– Temperature rise	9.8
– Operating characteristic	9.9
– Mechanical and electrical endurance	9.10
– Behaviour of RDC-DDs under short-circuit conditions	9.11
– Resistance to mechanical shock and impact	9.12
– Resistance to heat	9.13
– Resistance to abnormal heat and to fire	9.14
– Trip-free mechanism	9.15
– Operation of the test device at the limits of rated voltage	9.16
– Correct operation in case of three- and four- pole RDC-DD powered on two poles only	9.17
– Behaviour in case of current surges	9.18
– Reliability	9.19
– Ageing of electronic components	9.20
– Electromagnetic compatibility (EMC)	9.21
– Resistance to rusting	9.22

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

NOTE The term "certification" denotes:

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

The test sequences and the number of samples to be submitted are stated in Annex A.

Unless otherwise specified, each type test (or sequence of type tests) is made on RDC-DDs in a clean and new condition, the influencing quantities having their normal reference values (see Table 5).

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

9.2 Test conditions

The RDC-DD is mounted individually according to manufacturer's instructions and 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.

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

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

Unless otherwise specified, the RDC-DD is wired with the appropriate cable having the cross-section specified in Table 10 and is fixed on a dull black painted plywood board of not less

than 20 mm in thickness, the method of fixing being in compliance with the requirements relating to the indications of the manufacturer concerning mounting.

Table 10 – Test copper conductors corresponding to the rated currents

Rated current		6	13	20	25	32	50
I_n	$I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$
A	6	13	20	25	32	50	63
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16

NOTE 2 For AWG copper conductors, see Annex G.

Where tolerances are not specified, type tests are carried out at values not less severe than those specified in this document. Unless otherwise specified, tests are carried out at the rated frequency $\pm 5\%$; tolerance for voltage and current is $\pm 5\%$.

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

For the tests of 9.8, 9.9, 9.10, 9.19.3 and 9.20, the RDC-DD is connected as follows:

- the connections are made by means of single-core, PVC-insulated copper cables;
- the connections are in free air and spaced not less than the distance existing between the terminals;
- the minimum length of each temporary connection from terminal to terminal is:
 - 1 m for cross-sections $\leq 10 \text{ mm}^2$;
 - 2 m for cross-sections $> 10 \text{ mm}^2$.

The tightening torques to be applied to the terminal screws are two-thirds of those specified in Table 11.

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

9.3 Test of indelibility of marking

The test is made by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton soaked with aliphatic solvent hexane (with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, a Kauri-butanol value of 29, initial boiling point approximately 65 °C, dry point approximately 69 °C and 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 document.

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

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

Compliance with the requirements of 8.1.4 is checked by inspection and, for screws and nuts which are operated when mounting and connecting the RDC-DD, 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 reinserted each time.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in Table 11.

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

The test is carried out with rigid conductors only, having the largest cross-sectional areas specified in Table 7, solid or stranded, whichever is the most unfavourable. The conductor is moved each time the screw or nut is loosened.

Table 11 – Screw thread diameters and applied torques

Nominal diameter of thread mm		Torque Nm		
Greater than	Up to and including	I	II	III
–	2,8	0,2	0,4	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0	2,0
5,3	6,0	1,2	2,5	3,0
6,0	8,0	2,5	3,5	6,0
8,0	10,0	–	4,0	10,0

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

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

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

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

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

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged.

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

9.5.1 Compliance with the requirements of 8.1.5 is checked by inspection, by the test of 9.4, for which a rigid copper conductor having the largest cross-section specified in Table 7 is placed in the terminal (for nominal cross-sections exceeding 6 mm², a rigid stranded conductor is used; for other nominal cross-sections, a solid conductor is used), and by the tests of 9.5.2, 9.5.3 and 9.5.4.

These last tests are made using a suitable test screwdriver or spanner.

9.5.2 The terminals are fitted with copper conductors of the same type (solid, stranded or flexible) of the smallest and largest cross-sections specified in Table 7.

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

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

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

NOTE Information on AWG is given in Annex G.

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

The clamping screws are then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 11.

Each conductor is then subjected to a pull of the value, in N, shown in Table 12, according to the relevant cross-section of the tested conductor.

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

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

Table 12 – Pulling forces

Cross-section of the conductor inserted in the terminal mm ²	1 up to and including 4	Above 4 up to and including 6	Above 6 up to and including 10	Above 10 up to and including 16	Above 16 up to and including 50
Pull N	50	60	80	90	100

9.5.3 The terminals are fitted with copper conductors of the smallest and largest cross-sectional areas specified in Table 7, solid or stranded, whichever is the most unfavourable, and the terminal screws are tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 11.

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

The conductors shall show no undue damage nor severed wires. Conductors are considered to be unduly damaged if they show deep or sharp indentations.

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

9.5.4 The terminals are fitted with the largest cross-section area specified in Table 7, for the stranded and/or flexible copper conductor.

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

The conductor is inserted into the terminal until the conductor reaches the bottom of the terminal or just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to permit a strand (or strands) to escape. The clamping screw or nut is then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 11.

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

9.6 Verification of protection against electric shock

This requirement is applicable to those parts of RDC-DDs that are exposed to the operator when mounted as for normal use.

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

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

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

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

RDC-DDs with enclosures or covers of thermoplastic material are subjected to the following additional test, which is carried out at an ambient temperature of 35 °C ± 2 °C, the RDC-DD being at this temperature.

RDC-DDs are subjected for 1 min to a force of 75 N, applied through the tip of a straight unjointed test finger of the same dimensions as the standard test finger. This finger is applied to all places where yielding of insulating material could impair the safety of the RDC-DD, but is not applied to knock-outs.

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

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

9.7 Test of dielectric properties

9.7.1 Resistance to humidity

9.7.1.1 Preparation of the RDC-DD for test

Parts of the RDC-DD that can be removed without the aid of a tool are removed and subjected to the humidity treatment with the main part; spring lids are kept open during this treatment.

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

9.7.1.2 Test conditions

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

The temperature of the air in which the sample is placed is maintained within ± 1 °C of 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 °C + 4 °C.

9.7.1.3 Test procedure

The sample is kept in the cabinet for 48 h.

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

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

9.7.1.4 Condition of the RDC-DD after the test

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

9.7.2 Insulation resistance of the main circuit

The RDC-DD having been treated as specified in 9.7.1 is then removed from the cabinet.

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

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

d) between metal parts of the mechanism and the frame;

NOTE Access to the metal part of the mechanism can be specifically provided for this measurement

e) for RDC-DDs with a metal enclosure having an internal lining of insulating material, between the frame and a metal foil in contact with the inner surface of the lining of insulating material, including bushings and similar devices.

The measurements a), b) and c) are carried out after having connected all auxiliary circuits to the frame.

The term "frame" includes:

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

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

For the measurement 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 MΩ for the measurements according to a) and b);
- 5 MΩ for the other measurements.

9.7.3 Dielectric strength of the main circuit

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

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

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

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

The values of the test voltage shall be as follows:

- 2 000 V for a) to d) of 9.7.2;
- 2 500 V for e) of 9.7.2.

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.

9.7.4 Insulation resistance and dielectric strength of auxiliary circuits

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

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

- b) The measurements of the insulation resistance are carried out:
- between the auxiliary circuits connected to each other and to the frame;
 - between each of the parts of the auxiliary circuits that might be isolated from the other parts in normal service and the whole of the other parts connected together, at a voltage of approximately 500 V DC after this voltage has been applied for 1 min.

The insulation resistance shall be not less than 2 MΩ.

- c) A substantially sinusoidal voltage at rated frequency is applied for 1 min between the parts listed under b).

The voltage values to be applied are specified in Table 13.

Table 13 – Test voltage of auxiliary circuits

Rated voltage of auxiliary circuits (AC or DC) V		Test voltage V
Greater than	Up to and including	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

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

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

NOTE 1 Discharges that do not correspond to a voltage drop are disregarded.

In the case of RDC-DDs in which the auxiliary circuit is not accessible for verification of the requirements given in b), the tests shall be made on samples specially prepared by the manufacturer or according to his instructions.

NOTE 2 Auxiliary circuits do not include the control circuit of RDC-DDs functionally dependent on line voltage.

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

9.7.5 Secondary circuit of detection transformers

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

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

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

A DC voltage source is used with the following characteristics:

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

NOTE This value is provisional.

- maximum ripple: 5 %

where

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

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

After this treatment, the RDC-DD shall be capable of performing satisfactorily the tests specified in 9.9.2.3.

9.7.7 Verification of impulse withstand voltages (across clearances and across solid insulation)

9.7.7.1 General testing procedure for the impulse withstand voltage tests

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

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

For each test, five positive impulses and five negative impulses are applied. The interval between consecutive impulses 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 RDC-DD 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 internal impedance of the test apparatus shall have a nominal value not higher than 500 Ω .

In 9.7.7.2, for the verification of clearances within the basic insulation, on complete RDC-DD, 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 needed.

The shape of the impulses is adjusted with the RDC-DD 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-protection components before testing.

NOTE For RDC-DDs with incorporated surge arresters that cannot be disconnected, the shape of the impulses is adjusted without connection of the RDC-DD 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.

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

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

It is recommended that an oscilloscope be used to observe the impulse voltage in order to detect disruptive discharge.

9.7.7.2 Verification of clearances with the impulse withstand voltage

This test is carried out immediately after the measurement of the insulation resistance in 9.7.4.

This test applies if the measurement of clearances of items 2 and 4 of Table 6 shows a reduction of the stated distances.

NOTE The measurement of the clearances of Table 6 can be replaced by this test.

The test is carried out on a RDC-DD fixed on a metal support and being in the closed position.

The test impulse voltage values shall be chosen in Table 14 in accordance with the rated impulse withstand voltage of the RDC-DD as given in Table 4. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out, according to Table 14.

A first series of tests is made by applying the impulse voltage between:

- the phase pole(s) and the neutral pole (or path) connected together; and
- the metal support connected to the terminal(s) intended for the protective conductor(s), if any.

A second series of tests is made applying the impulse voltage between:

- the phase pole(s), connected together,
- and the neutral pole (or path) of the RDC-DD, as applicable.

Additional tests are made applying the impulse voltage as described in 9.7.2 b), c), d) and e) and not tested during the two first sequences described above.

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

No further disruptive discharge shall occur.

Table 14 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage

Rated impulse withstand voltage U_{imp} kV	Test voltages at corresponding altitude $U_{1,2/50}$ DC peak kV				
	Sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

9.7.7.3 Verification of resistance of the insulation of open contacts and basic insulation against an impulse voltage in normal conditions

9.7.7.3.1 General

These tests are not preceded by the humidity treatment described in 9.7.1.

The tests in 9.7.7.3, as stated in requirements of 8.1.3, will be carried out before 9.7.1 on three samples of test sequence B.

The test impulse voltage values shall be chosen from Table 14 in accordance with the rated voltage of the installation for which the RDC-DD is intended to be used as given in Table 4. These values are corrected for barometric pressure and/or altitude at which the tests are carried out.

9.7.7.3.2 RDC-DD in opened position

This test applies if the measurement of clearances of item 1, Table 6 shows a reduction of the stated distances.

The series of tests is carried out on a RDC-DD fixed on a metal support as in normal use.

The impulses are applied between:

- the line terminals connected together; and
- the load terminals connected together with the contacts in the open position.

There shall be no disruptive discharges during the test.

9.7.7.3.3 RDC-DD in closed position

The series of tests is carried out on a RDC-DD fixed on a metal support, wired as in normal use and being in closed position.

The test voltages of Table 14 apply.

All components bridging the basic insulation have to be disconnected.

NOTE If necessary, separate samples can be prepared by the manufacturer.

A first series of tests is made, the impulses being applied between:

- the phase pole(s) and the neutral pole (or path) connected together; and
- the metal support connected to the terminal(s) intended for the protective conductor(s), if any.

A second series of tests is made, the impulses being applied between:

- the phase pole(s), connected together; and
- the neutral pole (or path) of the RDC-DD.

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

No further disruptive discharge shall occur.

Afterwards, a new sample is tested according to 9.7.7.4.

9.7.7.4 Verification of the behaviour of components bridging the basic insulation

A new RDC-DD sample is tested in order to check that components bridging the basic insulation would not reduce safety with respect to short-term temporary overvoltages.

Afterwards, it is necessary to ensure that components, bridging the basic insulation and having been disconnected during the impulse voltage test for testing the basic insulation, would not impair the behaviour or the safety of the basic insulation of the equipment during normal use.

The test voltage has a frequency of 50 Hz/60 Hz. In accordance with IEC 60364-4-44:2007, Table 44.A.2, and with IEC 60664-1, the RMS value of the test voltage for the basic insulation is $1\,200\text{ V} + U_0$, U_0 being the nominal voltage value between line and neutral.

This test is performed only on RDC-DDs, where components bridging the basic insulation have been disconnected during the impulse voltage test of 9.7.7.3.2.

NOTE 1 As an example, for an RDC-DD having a rated voltage of $U_0 = 250\text{ V}$, the value of the DC test voltage for basic insulation is $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$, thus the RMS test voltage is $1\,450\text{ V}$.

The voltage is applied during 5 s between:

- the phase pole(s) and the neutral pole (or path) connected together,
- and the metal support connected to the terminal(s) intended for the protective conductor(s), if any.

The equipment is then visually inspected; no component bridging the basic insulation should show a visible alteration.

NOTE 2 It is accepted to replace a fuse before connecting the equipment to the mains. If a fuse protecting a surge arrester has blown, it is accepted to replace the surge arrester too.

Then, the equipment is connected to the mains in accordance with the manufacturer's instruction.

Under the condition of 9.9.2.3, the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. One test only is made on one pole, taken at random, without measurement of break time.

9.8 Test of temperature-rise

9.8.1 Ambient air temperature

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

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

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

9.8.2 Test procedure

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

For four-pole RDC-DDs, the test is first made by passing the specified current through the three phase poles only.

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

During these tests, the temperature rise shall not exceed the values shown in Table 8.

9.8.3 Measurement of the temperature of 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.

9.8.4 Temperature rise of a part

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

9.9 Verification of the operating characteristics

9.9.1 Test circuit and test procedure

The RDC-DD is installed as for normal use.

The test circuit shall be of negligible inductance.

The tests are carried out at 0,85 times and 1,1 times rated voltage also in case where supplied between any two poles.

For tests according to 9.9.2, the test circuit shall correspond to Figure 3. For tests according to 9.9.3, the test circuit shall correspond to Figure 2.

The instruments for the measurement of the DC residual current shall display (or allow to determine) the true RMS value.

NOTE The information for instrument measurement is available at the following CTL webserver:
http://decisions.iecee.org/iecee/SearchCMC.nsf/de_h.xsp?v=ctl

Unless otherwise specified, the tests are performed with no load at the reference temperature of $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

The RDC-DD shall perform the tests of 9.9.2 and 9.9.3, as applicable. Each test is made on one pole only, taken at random, with five measurements, unless otherwise specified.

For RDC-DDs having more than one rated frequency, the tests shall be carried out at the lowest and highest frequency.

9.9.2 Verification of correct operation of RDC-DDs with smooth DC residual current

9.9.2.1 Verification of correct operation in case of a steady increase of smooth DC residual current

The test switches S1 and S2 and the RDC-DD being in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than 2 mA, trying to attain the value of 6 mA within 30 s, the tripping current being measured each time. The test is repeated five times.

The auxiliary switch S3 shall be in position I for the first two measurements and in position II for the remaining measurements.

All five measured values shall be between 3 mA and 6 mA DC.

9.9.2.2 Verification of correct operation on closing on a smooth DC residual current

The test circuit shall be calibrated at the value of 6 mA DC and the test switches S1 and S2 being closed, the RDC-DD is closed on the circuit so as to simulate service conditions as closely as possible. The break time is measured five times.

The auxiliary switch S3 shall be in position I for the first two measurements and in position II for the remaining measurements.

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

9.9.2.3 Verification of correct operation in case of sudden appearance of smooth DC residual current

The test circuit being successively calibrated at each of the values of residual current specified in Table 2, the test switch S2 and the RDC-DD being in the closed position, the test voltage is suddenly established by closing the test switch S1. The break time is measured five times.

The auxiliary switch S3 shall be in position I for the first two measurements and in position II for the remaining measurements.

Five measurements of the break time are made at each value of residual current.

No break time shall exceed the relevant specified values given in Table 2.

9.9.2.4 Verification of correct operation with load

The tests of 9.9.2.2 and 9.9.2.3 are repeated, the pole under test and one other pole of the RDC-DD being loaded with rated current I_n , this current being established shortly before the test.

For the test of 9.9.2.3, the switch S1 and RDC-DD are in the closed position. The residual current is established by closing S2.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure 3.

9.9.2.5 Tests at the temperature limits

The RDC-DD shall perform the tests specified in 9.9.2.3 at 1,1 U_n under the following conditions, successively:

- a) ambient temperature:
 - 1) $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, off-load, for RDC-DDs classified according to a) of 4.5; or
 - 2) $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$, off-load, for RDC-DDs classified according to b) of 4.5.
 - b) ambient temperature: $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, the RDC-DD having been previously loaded with the rated current, until it attains thermal steady-state conditions.
- In practice, these conditions are reached when the variation of temperature-rise does not exceed 1 K per hour.

For the tripping tests in b), the flow of rated current may be interrupted, provided that the total interruption period does not exceed 30 s. As soon as the sum of interruption periods exceed 30 s, the RDC-DD shall be loaded again with rated current for 5 min before next tripping time measurement.

Preheating may be carried out at any convenient voltage at either 50 Hz or 60 Hz but auxiliary circuits shall be connected to their normal operating voltage (particularly for components depending on line voltage).

9.9.2.6 Verification of the correct operation in case of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases

This test applies only for 2-pole RDC-DDs operating on a two-phase supply.

- a) The test shall be performed according to Figure 4.

The test switches S1 and S2 and the RDC-DD being in the closed position, the residual pulsating direct current is steadily increased, starting from a value not higher than 2 mA, trying to attain the value of 7 mA within 30 s, the tripping current being measured.

The RDC-DD is tested five times at each positions I and II of S3.

The RDC-DD shall trip within the limits of 3,5 mA to 7 mA.
- b) A second series of tests is made to verify the break time.

The test circuit being successively calibrated at current values of 60 mA and 200 mA, the test switch S1 and the RDC-DD being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2.

With the RDC-DD connected at two-line terminals chosen at random, five measurements of the break time are made at each test current at each position I and II of S3.

The break times shall be in compliance with the values given in Table 2.

9.9.2.7 Verification of the correct operation in case of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases

This test applies only for 3-pole and 4-pole RDC-DDs operating on a three-phase supply.

- a) The test shall be performed according to Figure 5.

The test switches S1 and S2 and the RDC-DD being in the closed position, the residual pulsating direct current is steadily increased, starting from a value not higher than 2 mA, trying to attain the value of 6,2 mA within 30 s, while measuring the tripping current.

The RDC-DD is tested five times at each position I and II of S3.

The RDC-DD shall trip within the limits of 3,1 mA to 6,2 mA.
- b) A second series of tests is made to verify the break time.

The test circuit being successively calibrated at current values of 60 mA and 200 mA, the test switch S1 and the RDC-DD being in the closed position; the residual current is suddenly established by closing the test switch S2.

Five measurements of the break time are made at each test current at each position I and II of S3.

The break times shall be in compliance with the values given in Table 2 of this document.

9.9.3 Verification of non-operating time for alternating residual currents

A first test is made with switches S1 and S2 and the RDC-MD in the closed position. The alternating residual current is steadily increased, starting from a value not higher than 6 mA trying to attain the value of 30 mA within 30 s. The current of 30 mA shall be kept for 10 s.

The RDC-DD shall not trip.

The following tests shall be made with the test circuit being successively calibrated at each of the remaining values of the alternating residual current specified in Table 3. The test switch S1 and the RDC-DD being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2 for periods corresponding to the relevant minimum non-operating time, with a tolerance of $^{+5}_{0}$ %.

Each application of residual current shall be separated from the previous one by an interval of at least 1 min.

The RDC-DD shall not trip during any of the tests.

9.10 Verification of mechanical and electrical endurance

9.10.1 General test conditions

The RDC-DD is fixed to a metal support.

The RDC-DD is connected to the circuit as shown in Figure 8 with conductors of the sizes indicated in Table 10.

The RDC-DD shall be operated as for normal use.

The tests are made at the rate of four operating cycles per minute. If the conditioning of the RCD-DD does not allow this, the test shall be made at the shortest possible time, given by the manufacturer. The ON period shall have a duration of 1,9 s to 2,1 s.

RCD-DDs are subjected to a total number of 2 000 operating cycles, each operating cycle consisting of a closing operation followed by an opening operation.

The test is made at the rated operational voltage.

Calibration of the test circuit:

- a) the current is recorded through the current sensor A;
- b) when supplied at the test voltage, the following adjustments are made:
 - 1) Calibration of inrush current (R2 and C1): the RDC-DD is replaced by a link BC having negligible impedance compared with that of the test circuit. S2 and S4 are in the open position. R2 and C1 are adjusted so that after closing S1 at a phase angle of 90° the current through the current sensor reaches a peak value of $200 \text{ A} \pm 10 \text{ A}$ with a rise time $10 \% \leq tr \leq 90 \%$ of the peak value of maximum 20 μs and declines to a value of $66 \text{ A} \pm 3 \text{ A}$ at $30 \mu\text{s} + 20 \mu\text{s}$ after the peak.
 - 2) Calibration of rated current (X1): with the link BC removed, S1, S2 and the RDC-DD in the closed position and S4 in the open position, X1 is adjusted so that the current through the current sensor equals the rated current. X1 consists of resistors and reactors in series (X1). 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 substantially sine-wave form and the power factor shall be between 0,85 and 0,9.

- 3) Calibration of pre-charge current (R1) if the rated current of the RDC-DD is lower than 30 A: with the RDC-DD replaced by link BC, having negligible impedance compared with that of the test circuit and S1, S2 and S4 in the closed position, R1 is adjusted so that the current through the current sensor equals 30 A r.m.s. If the rated current of the device is higher than 30 A, R1 is replaced by an open circuit.

The inrush current consists of two superimposed components, both starting at the same time at the closing of the contactors in the RDC-DD:

- The resulting test current has a peak of maximum 230 A and corresponds to the Event 1 of ISO 17409:2015, 8.2.2.
- This peak value can decay to 30 A RMS. This (sinusoidal) current remains up to 1 s and corresponds to the Event 2 of ISO 17409:2015, 8.2.2.

A principal wave shape is shown in Figure 9.

9.10.2 Test procedure

Two thousand operations shall be performed by closing S1 to apply the supply voltage to the RDC-DD with the following procedure:

- a) 1 000 operations are carried out by closing S2 and S4, closing the RDC-DD by using the manual operating means, and opening S3 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after the closing of the main circuit by the RDC-DD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after the closing of the main circuit by the RDC-DD, the opening operation is done by using the manual operating means of the RDC-DD. After that, the new operation cycle is started.
- b) 500 operations are carried out by closing S2 and S4, closing the RDC-DD by using the manual operating means, and opening S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after the closing of the main circuit by the RDC-DD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after the closing of the main circuit by the RDC-DD, the opening operation is initiated by using the test device, if applicable. After that, the new operation cycle is started.
- c) 500, or 1 000 if the RDC-DD has no test device, operations are carried out by closing S2 and S4, closing the RDC-DD by using the manual operating means, and by opening S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the RDC-DD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the RDC-DD, the opening operation is initiated by passing a residual operating current of 60 mA through one pole (not shown in Figure 8). After that, the new operation cycle is started.

9.10.3 Condition of the RDC-DD after test

Following the test of 9.10.3, the RDC-DD shall not show

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

Under the test condition of 9.9.2.3 the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. Only one test only is carried out, without measurement of break time.

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

9.11 Verification of the behaviour of the RDC-DD under short-circuit conditions

9.11.1 List of the short-circuit tests

The various tests to verify the behaviour of the RDC-DD under short-circuit conditions are shown in Table 15.

Table 15 – Tests to be made to verify the behaviour of RDC-DDs under short-circuit conditions

Verification of	Subclause
Rated making and breaking capacity I_m	9.11.2.2
Coordination at rated conditional short-circuit current I_{nc}	9.11.2.3 a)
Coordination at rated making and braking capacity I_m	9.11.2.3 b)
Coordination at rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$	9.11.2.3 c)

9.11.2 Short-circuit tests

9.11.2.1 General conditions for test

The conditions of 9.11.2.1 are applicable to any test intended to verify the behaviour of the RDC-DDs under short-circuit conditions.

a) Test circuit

Figures 6 and 7 give diagrams of the circuits to be used for the tests concerning:

- a two-pole RDC-DD,
- a three-pole RDC-DD, and
- a four-pole RDC-DD.

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

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

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

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

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

In each test circuit, the impedance L is inserted between the supply source S and the RDC-DD.

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

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

For the tests of 9.11.2.3 a) and c), the RDC-DD shall be connected with cables having a length of 0,75 m per pole and the maximum cross-section corresponding to the rated current according to Table 7.

It is recommended that 0,5 m be connected on the supply side and 0,25 m on the load side of the RDC-DD under test.

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

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

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

- a residual current of $10 I_{\Delta dc}$ such as to cause the operation of the RDC-DD within the appropriate minimum operating time specified in Table 2;
- the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

S_1 is an auxiliary switch.

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD as given in Table 16, tests have to be performed. The SCPD, if any, shall be adjusted and shall be embodied either by a silver wire or by a fuse (as proposed in Annex H) or by any other means. The manufacturer may specify the type of SCPD to be used in the tests.

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

The minimum values of let-through energy I^2t and peak current I_p , based on an electrical angle of 45° , are given in Table 16.

Without an agreement by the manufacturer, these values shall not be higher than 1,1 times the values given in Table 16.

Table 16 – Minimum values of I^2t and I_p

I_{nc} and $I_{\Delta c}$ A		I_n A								
		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
500	I_p (kA)	0,45	0,47	0,5	0,57					
	I^2t (kA ² s)	0,4	0,45	0,53	0,68					
1 000	I_p (kA)	0,65	0,75	0,9	1,18					
	I^2t (kA ² s)	0,50	0,9	1,5	2,7					
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5	1,9	2,1			
	I^2t (kA ² s)	1	1,5	2,4	4,1	9,75	22			
3 000	I_p (kA)	1,1	1,2	1,4	1,85	2,35	3,3	3,5	3,8	3,95
	I^2t (kA ² s)	1,2	1,8	2,7	4,5	8,7	22,5	26	42	72,5
4 500	I_p (kA)	1,15	1,3	1,5	2,05	2,7	3,9	4,3	4,8	5,6
	I^2t (kA ² s)	1,45	2,1	3,1	5,0	9,7	28	31	45	82,0
6 000	I_p (kA)	1,3	1,4	1,7	2,3	3	4,05	4,7	5,3	5,8
	I^2t (kA ² s)	1,6	2,4	3,7	6,0	11,5	25	31	48	65,0
10 000	I_p (kA)	1,45	1,8	2,2	2,6	3,4	4,3	5,1	6	6,4
	I^2t (kA ² s)	1,9	2,7	4	6,5	12	24	31	48	60,0

NOTE 1 At the request of the manufacturer, higher values of I^2t and I_p can be used.

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

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

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

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

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

The voltage sensors are connected:

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

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

RDC-DDs are supplied on the line side with the rated voltage (or, if relevant, with a voltage having the lower value of its range of rated voltages).

In the case of RDC-DDs opening automatically in case of loss of supply voltage, in order to permit the breaking operations to be made, it is necessary either to position the device T making the short-circuit on the load side of the RDC-DD or to insert an additional short-circuit making device in that position.

b) Tolerances on test quantities

All the tests concerning the verification of rated making and breaking capacity and of the correct coordination between RDC-DDs and SCPDs shall be performed at values of influencing quantities and factors as stated by the manufacturer in accordance with Table 5 of this document, unless otherwise specified.

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

- | | |
|--|----------------|
| – current: | $+5\%$
0 |
| – frequency: | See 9.2 |
| – power factor: | 0
$-0,05$ |
| – voltage: (including recovery voltage): | $\pm 5\%$ |

c) Power factor of the test circuit

The power factor of each phase of the test circuit shall be determined according to a recognized method, which shall be stated in the test report.

Two examples are given in Annex E.

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

The power factor shall be in accordance with Table 17.

Table 17 – Power factors for short-circuit tests

Short-circuit current (I_c) A	Power factor
$I_c \leq 500$	0,95 to 1,00
$500 < I_c \leq 1\,500$	0,93 to 0,98
$1\,500 < I_c \leq 3\,000$	0,85 to 0,90
$3\,000 < I_c \leq 4\,500$	0,75 to 0,80
$4\,500 < I_c \leq 6\,000$	0,65 to 0,70
$6\,000 < I_c \leq 10\,000$	0,45 to 0,50
$10\,000 < I_c \leq 25\,000$	0,20 to 0,25

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 RDC-DD 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 can 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 RDC-DD and the SCPD, if any, are replaced by temporary connections G_1 having a negligible impedance compared with that of the test circuit.

For the test of 9.11.2.3 a) the load terminals of the RDC-DD being short-circuited by means of the connections G_2 of negligible impedance, the impedance Z is adjusted so as to obtain, at the test voltage, a current equal to the rated conditional short-circuit current at the prescribed power-factor; the test circuit is energized simultaneously in all poles and the current curve is recorded with the current sensor.

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

f) Condition of the RDC-DD for test

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

NOTE 3 An individual enclosure is an enclosure designed to accept one device only.

The RDC-DD shall be operated to simulate as closely as possible the normal operation.

1) Test in free air

The RDC-DD under test is mounted as shown in Figure C.1.

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

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

NOTE 4 If the position of the vents is not obvious, or if there are no vents, appropriate information should be provided by the manufacturer.

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

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

NOTE 5 The data for other voltages are under consideration.

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

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

2) Test in enclosures

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

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

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

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

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

g) Sequence of operations

The test procedure consists of a sequence of operations.

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

- O represents an opening operation, the short-circuit being established by the making switch T, with the RDC-DD and the SCPD, if any, in the closed position;
- CO represents a closing operation of the RDC-DD, both the making switch T and the SCPD, if any, being in the closed position, followed by an automatic opening (in the case of a SCPD see 9.11.2.3);
- 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 RDC-DD during tests

During tests, the RDC-DD shall not endanger the operator.

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

i) Condition of the RDC-DD after tests

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

- dielectric strength tests according to 9.7.3 carried out between 2 h and 24 h after the short-circuit test at a voltage of twice its rated voltage, for 1 min, without previous humidity treatment;
- making and breaking its rated current at its rated voltage.

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

Under the test conditions of 9.9.2.3 the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

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

j) Interpretation of records

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

The applied and power frequency recovery voltages are determined from the record corresponding to the break test made with the RDC-DD under test. The applied voltage is evaluated as indicated in Figure 26.

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

2) Determination of the prospective short-circuit current

The DC component of the prospective current is taken as being equal to the RMS value of the DC component of the calibration current (value corresponding to A_2 of Figure 26).

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

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

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

a) Test conditions

The RDC-DD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.11.2.1, no SCPD being inserted in the circuit.

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RDC-DD and by connections having approximately the impedance of the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains closed.

b) Test procedure

With a residual operating current equal to $10 I_{\Delta ndc}$ flowing through the switch S_1 and the resistance R_2 , the following sequence of operation is performed:

CO – t – CO – t – CO.

9.11.2.3 Verification of the coordination between the RDC-DD and the SCPD

These tests are intended to verify that the RDC-DD, protected by the SCPD, is able to withstand, without damage, short-circuit currents up to its rated conditional short-circuit current (see 5.3.9).

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

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

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

The following tests (see also Table 15) are carried out under the general conditions of 9.11.2.1:

- a test (see 9.11.2.3 a)) to check that at the rated conditional short-circuit current I_{nc} the SCPD protects the RDC-DD. The test is made without establishing any residual current;
- a test (see 9.11.2.3 b)) to check that at short-circuit currents of a value corresponding to the rated making and breaking capacity I_m , the SCPD operates and protects the RDC-DD. The test is made without establishing any residual current;
- a test (see 9.11.2.3 c)) to check that in the case of phase to earth short-circuits with currents up to the value of the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$, the RDC-DD is able to withstand the corresponding stresses.

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

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

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RDC-DD and by the SCPD.

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

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO

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

1) Test conditions

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RDC-DD and by the SCPD.

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

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

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

1) Test conditions

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

The test is performed on one pole only, which shall not be the switched neutral of the RDC-DD.

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

The connections G_1 of negligible impedance are replaced by the RDC-DD and by the SCPD.

The auxiliary switch S_1 remains closed.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.12 Verification of resistance to mechanical shock and impact

9.12.1 Mechanical shock

9.12.1.1 Test device

The RDC-DD is subjected to mechanical shocks using an apparatus as shown on Figure 11. A wooden base A is fixed to a concrete block and a wooden platform B is hinged to A. This platform carries a wooden board C, which can be fixed at various distances from the hinge and in two vertical positions. The end of B bears a metal stop-plate D which rests on a coiled spring having a flexion constant of 25 N/mm.

The RDC-DD is secured to C in such a way that the distance of the horizontal axis of the sample is 180 mm from B, C being in turn so fixed that the distance of the mounting surface is 200 mm from the hinge, as shown in Figure 11.

On C, opposite to the mounting surface of the RDC-DD, an additional mass is fixed so that the static force on D is 25 N, in order to ensure that the moment of inertia of the complete system is substantially constant.

9.12.1.2 Test procedure

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

The RDC-DD is then secured to the opposite side of C and B is again allowed to fall 50 times as before. After this test, C is turned through 90° about its vertical axis and, if necessary, repositioned so that the vertical axis of symmetry of the RDC-DD is 200 mm from the hinge.

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

Before each change of position, the RDC-DD is manually opened and closed.

During the tests, the RDC-DD shall not open.

9.12.2 Mechanical impact

9.12.2.1 Compliance is checked on those exposed parts of the RDC-DD mounted as for normal conditions of use (see Note in 8.2), which may be subjected to mechanical impact in normal use, by the test of 9.12.2.2, for all types of RDC-DD and, in addition, by the tests of

– 9.12.2.3 for RDC-DDs intended to be mounted on a rail.

NOTE RDC-DDs only intended to be totally enclosed are not submitted to this test.

9.12.2.2 The samples are subjected to blows by means of an impact-test apparatus as shown in Figures 12 to 14.

The head of the striking element has a hemispherical face of radius 10 mm and is of polyamide having a Rockwell hardness of HR 100. The striking element has a mass of $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ and is rigidly fixed to the lower end of a steel tube with an external diameter of 9 mm and a wall thickness of 0,5 mm, which is pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

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

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

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

NOTE 1 Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ASTM specification D 785-08.

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

Surface-type RDC-DDs are mounted on a sheet of plywood, $175 \text{ mm} \times 175 \text{ mm}$, 8 mm thick, secured at its top and bottom edges to a rigid bracket, which is part of the mounting support, as shown in Figure 14.

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

Flush-type RDC-DDs are mounted in a device, as shown on Figure 15, which is fixed to the mounting support.

Panel-mounting type RDC-DDs are mounted in a device, as shown in Figure 16, which is fixed to the mounting support.

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

The design of the test apparatus is such that

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

The RDC-DD, with its covers if any, is mounted as in normal use on the plywood or in the appropriate device, as applicable, so that the point of impact lies in the vertical plate through the axis of the pivot of the pendulum.

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

Before applying the blows, fixing screws of bases, covers and the like are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 12.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTE 3 Damage to the appearance, small dents which do not reduce the creepage distances or clearances below the values specified in 8.1.3 and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock are neglected.

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

9.12.2.3 RDC-DDs designed to be mounted on a rail are mounted as for normal use on a rail rigidly fixed on a vertical rigid wall, but without cables being connected and without any covers or cover-plates.

A downward vertical force of 50 N is applied in one smooth and continuous motion for 1 min on the forward surface of the RDC-DD, immediately followed by an upward vertical force of 50 N for 1 min (Figure 17).

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

9.13 Test of resistance to heat

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

During the test, the samples shall not undergo any change impairing their further use, and 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 when the samples are mounted as for normal use, even if the standard test finger is applied with a force not exceeding 5 N.

Under the test conditions of 9.9.2.3, the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25\text{ }I_{\Delta\text{dc}}$. Only one test is made, on one pole taken at random, without measurement of break time.

After the test, markings shall still be legible.

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

9.13.2 External parts of RDC-DDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts, or parts of the protective circuit, are subjected to a ball pressure test, by means of the apparatus shown in Figure 18. Insulating parts, necessary for retaining in position the terminals for protective conductors in a box, shall be tested as specified in 9.13.3.

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

The test is made in a heating cabinet at a temperature of $125\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

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

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

9.13.3 External parts of RDC-DDs made of insulating material not necessary for retaining in position the 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 9.13.2, but the test is made at a temperature of $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ or at a temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ plus the highest temperature rise determined for the relevant part during the test of 9.8, whichever is the higher.

NOTE For the purpose of the tests of 9.13.2 and 9.13.3, bases of surface-type RDC-DDs are considered as external parts.

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 9.13.2 and 9.13.3 are made of the same material, the test is carried out only on one of these parts, according to 9.13.2 or 9.13.3 respectively.

9.14 Test of resistance to abnormal heat and to fire

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

- for external parts of RDC-DDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, by the test made at a temperature of $960\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$;
- for all other external parts made of insulating material, by the test made at a temperature of $650\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

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

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

The test is not made on parts of ceramic material.

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

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

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

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

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

In accordance with the manufacturer, it is acceptable as an alternative method to remove the part under examination in its entirety and test it separately (see IEC 60695-2-11:2014, Clause 4).

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

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

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

9.15 Verification of the trip-free mechanism

9.15.1 General test conditions

The RDC-DD is mounted and wired as in normal use.

It is tested in a substantially non-inductive circuit, the diagram of which is shown in Figure 3.

9.15.2 Test procedure

A residual current equal to $1,5 I_{\Delta ndc}$ is passed by closing the switch S_2 , the RDC-DD having been closed and the operating means being held in the closed position. The RDC-DD shall trip.

This test is then repeated by moving the operating means of the RDC-DD slowly over a period of approximately 1 s to a position where the 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.

If the RDC-DD is fitted with more than one operating means, the trip-free operation is verified for all operating means.

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

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

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

In order to check that the ampere-turns due to the operations of the test device are less than 10 times the ampere-turns produced by a residual current equal to $I_{\Delta dc}$, at 0,85 times 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 RDC-DD is necessary, a separate sample shall be used.

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

9.17 Verification of the correct operation in case of three- and four- pole RDC-DDs powered on two poles only

Tests shall be performed according to 9.9.2.1 and 9.9.2.3, but the RDC-DD is only supplied between the neutral terminal and one-phase terminal chosen at random for four-pole devices or between 2-phase terminals chosen at random for 3-pole devices with rated frequency and without load. The connections being made in accordance with Figure 3.

The test is performed at 0,85 times U_e and at 1,1 times U_e .

9.18 Verification of behaviour of RDC-DDs in case of current surges caused by impulse voltages

9.18.1 Current surge test for all RDC-DDs (0,5 μ s/100 kHz ring wave test)

The RDC-DD is tested using a surge generator capable of delivering a damped oscillator current wave as shown in Figure 19. An example of the circuit diagram for the connection of the RDC-DD is shown in Figure 20.

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

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

- peak value: $200 \text{ A }^{+10}_{0} \%$
- virtual front time: $0,5 \mu\text{s} \pm 30 \%$
- period of the following oscillatory wave: $10 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- each successive reverse peak: about 60 % of the preceding peak

During the tests, the RDC-DD shall not trip. After the ring wave test, the correct operation of the RDC-DD is verified by a test according to 9.9.2.3 at $I_{\Delta dc}$ only with the measurement of the tripping time.

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

9.18.2.1 Test conditions

The RDC-DD is tested using a current generator capable of delivering a damped surge current 8/20 μs (IEC 60060-2) as shown in Figure 24. An example of a circuit diagram for the connection of the RDC-DD is shown in Figure 25.

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

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted using an additional RDC-DD of the same type with the same I_n , to meet the following requirements:

- peak value $3\,000 \text{ A }^{+10}_{0} \%$
- virtual front time: $8 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- virtual time to half value: $20 \mu\text{s} \pm 20 \%$
- peak of reverse current: less than 30 % of peak value.

The current should be adjusted to the asymptotic current shape. For the tests on other samples of the same type with the same I_n , the reverse current, if any, should not exceed 30 % of the peak value.

9.18.2.2 Test results

During the test, the RDC-DD can trip. After any tripping the RDC-DD shall be re-closed.

After the surge current tests the correct operation of the RDC-DD is verified by a test according to 9.9.2.3, at $I_{\Delta dc}$ only, with the measurement of the break time.

9.19 Verification of reliability

9.19.1 General

Compliance is checked by the tests of 9.19.2 and 9.19.3.

For RDC-DDs having multiple settings, the tests shall be made at the lowest setting.

9.19.2 Climatic test

9.19.2.1 General

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

9.19.2.2 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 not used again until it has been re-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 $7,0 \pm 1,0$.

9.19.2.3 Severity

The cycles are effected under the following conditions:

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

9.19.2.4 Test procedure

The test procedure shall be in accordance with Clause 4 of IEC 60068-2-3:2000 and IEC 60068-3-4.

a) Initial verification

An initial verification is made by submitting the RDC-DD to the test according to 9.9.2.3, but only at I_{Adc} .

b) Conditioning

- 1) The RDC-DD, mounted and wired as for normal use, is introduced into the chamber. It shall be in the closed position.
- 2) Stabilizing period (see Figure 21).

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

- i) either by placing the RDC-DD in a separate chamber before introducing it into the test chamber; or
- ii) by adjusting the temperature of the test chamber to $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ after the introduction of the RDC-DD 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 RDC-DD in the test chamber, the relative humidity shall be increased to not less than 95 % at an ambient temperature of $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3) Description of the 24 h cycle (see Figure 22)

- i) The temperature of the chamber shall be progressively raised to the appropriate upper temperature prescribed in 9.19.2.3.

The upper temperature shall be achieved in a period of $3\text{ h} \pm 30\text{ min}$ and at a rate within the limits defined by the shaded area in Figure 22.

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

The condition that condensation should occur implies that the surface temperature of the RDC-DD 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 for 12 h with a tolerance of ± 30 min from the beginning of the cycle at a substantially constant value within the prescribed limits of ± 2 °C, for the upper temperature.

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

Condensation shall not occur on the RDC-DD during the last 15 min.

- iii) The temperature shall then fall to $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ within 3 h to 6 h. The rate of fall for the first 1,5 h shall be such that, if maintained as indicated in Figure 22, it would result in a temperature of $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ being attained in $3\text{ h} \pm 15\text{ min}$.

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

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

9.19.2.5 Recovery

At the end of the cycles the RDC-DD 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 RDC-DD shall not trip.

9.19.2.6 Final verification

Under the conditions of tests specified in 9.9.2.3, the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. One test only is carried out on one pole taken at random, without measurement of the break time.

9.19.3 Test with temperature of 40 °C

The RDC-DD is mounted as for normal use on a dull black painted plywood wall, 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 10, is connected on each side of the RDC-DD, the terminal screws or nuts being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in Table 11. The assembly is placed in a heating cabinet.

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

For four-pole RDC-DDs only three poles are loaded.

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

After this test, the RDC-DD in the cabinet is allowed to cool down to approximately room temperature without current passing.

Under the conditions of tests specified in 9.9.2.3, the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. One test only is carried out on one pole taken at random, without measurement of break time.

9.20 Verification of ageing of electronic components

The RDC-DD is placed for a period of 168 h in an ambient temperature of $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and loaded with the rated current. The voltage on the electronic parts shall be 1,1 times the rated voltage.

After this test, the RDC-DD 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 9.9.2.3, the RDC-DD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta dc}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break time.

NOTE An example of the test circuit for this verification is given in Figure 23.

9.21 Electromagnetic compatibility (EMC)

9.21.1 Tests covered by the present document

Tests listed in Table 18 are covered by the present document and need not be repeated.

Table 18 – Tests covered by this document

Reference to Tables 4 and 5 of IEC 61543:1995/AMD1:2004	Electromagnetic phenomena	Tests of this document
T 1.3	Voltage amplitude variations	9.9.1
T 1.4	Voltage unbalance	9.9.1
T 1.5	Power-frequency variations	9.2
T 1.8	Magnetic fields	9.11
T 2.4	Current oscillatory transients	9.18

9.21.2 Additional tests

Tests listed in Table 19 shall be carried out according to test sequences H, I and J listed in Annex A of the present document.

Table 19 – Test to be carried out according to IEC 61543

Reference to Tables 4, 5 and 6 of IEC 61543:1995/AMD1:2004 ¹⁾	Electromagnetic phenomena
T1.1	Harmonics, interharmonics
T1.2	Signalling voltage
T2.3	Surges
T2.1	Conducted sine-wave form voltages or currents
T2.5	Radiated electromagnetic field
T2.2	Fast transients (burst)
T2.6	Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz
T3.1	Electrostatic discharges
The performance criteria for 5.1.1 is 0,5 $I_{\Delta dc}$. The reference to IEC 61008-1 and 9.9.2.3 is replaced by IEC 62955 and 9.9.2.3.	
¹⁾ Wherever in IEC 61543 "RCD" is mentioned it shall be read as "RDC-DD". Instead of " $I_{\Delta n}$ ", read " $I_{\Delta dc}$ ".	

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.

9.22 Test of resistance to rusting

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

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

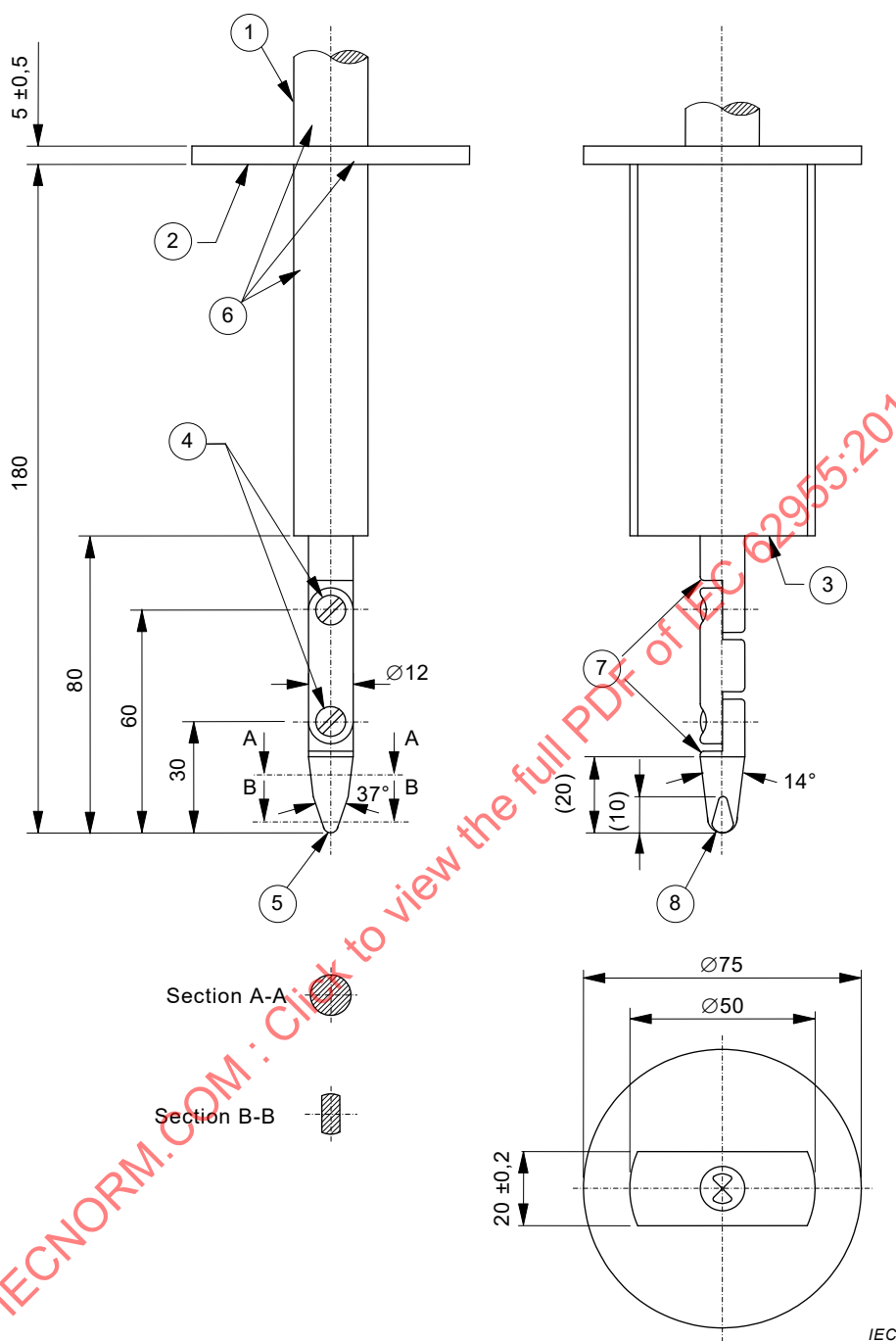
After the parts have been dried for 10 min in a heating cabinet at a temperature of $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, their surfaces shall show no signs of rust.

NOTE Traces of rust on sharp edges and any yellowish film removable by rubbing are ignored.

For small springs and the like and for inaccessible parts exposed to abrasion, a layer of grease can provide sufficient protection against rusting. Such parts are only subjected to the test if there is a doubt as to the effectiveness of the grease film, and in such a case the test is made without previous removal of the grease.

When using the liquid specified for the test, adequate precautions should be taken to prevent inhalation of the vapour.

Dimensions in millimetres



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

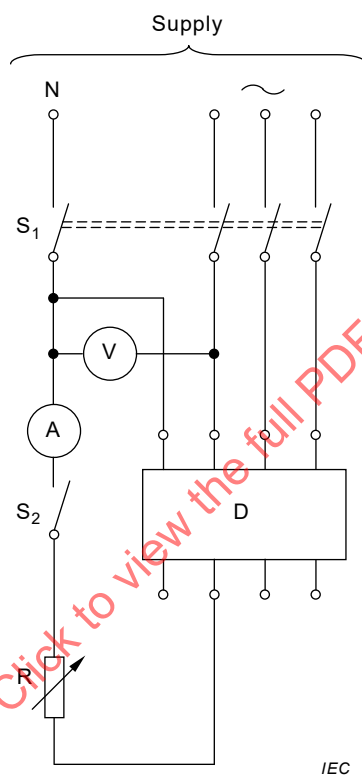
Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- 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: $\pm 0,2$

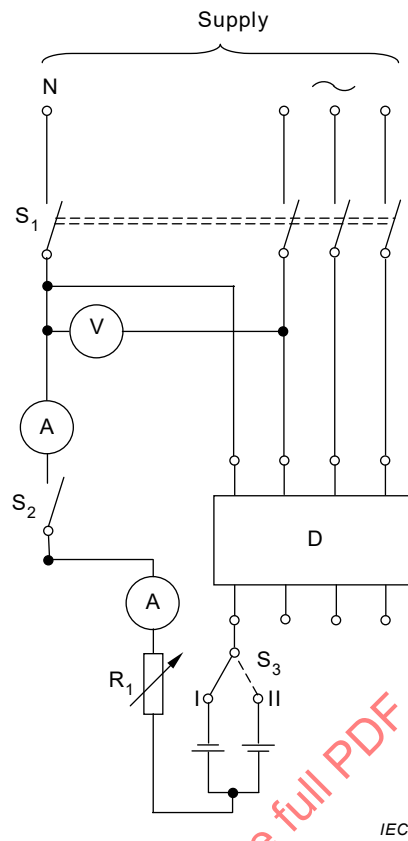
Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a tolerance of $\begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$.

Figure 1 – Standard test finger (9.6)



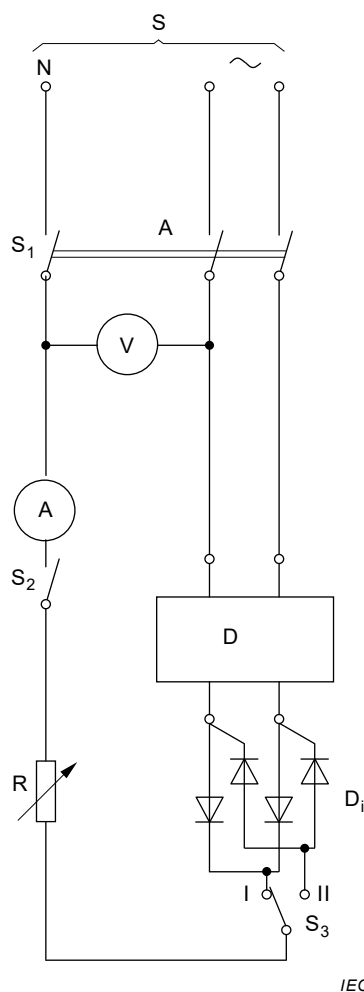
Key for letters and symbols: see Table 21

Figure 2 – Test circuit for the verification of operating characteristics (9.9.3)

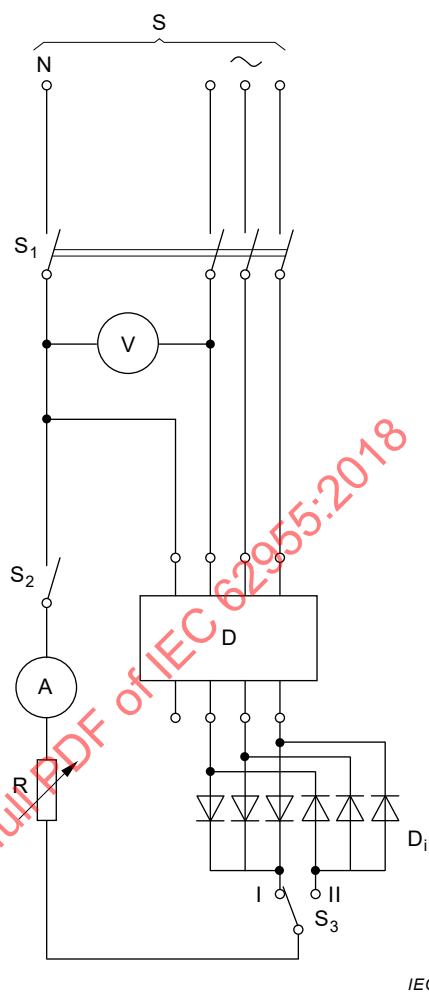


Key for letters and symbols: see Table 21

Figure 3 – Test circuit for the verification of the correct operation in case of smooth direct current



IEC

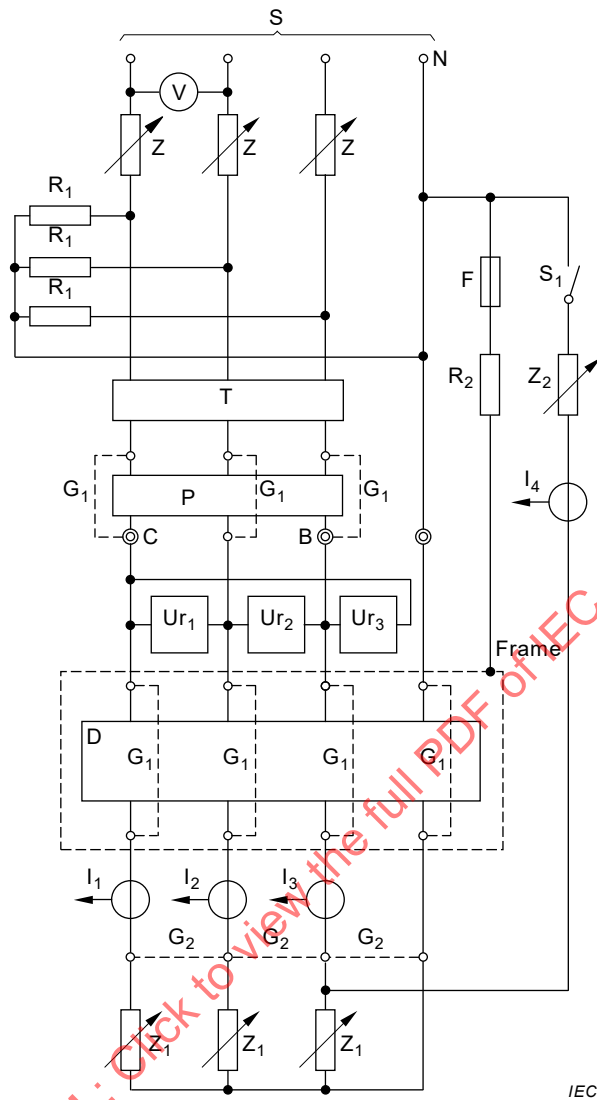


IEC

Key for letters and symbols: see Table 21

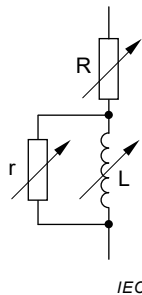
Figure 4 – Test circuit for 2-pole RDC-DD to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases

Figure 5 – Tests circuit for 3-pole and 4-pole RDC-DD to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases



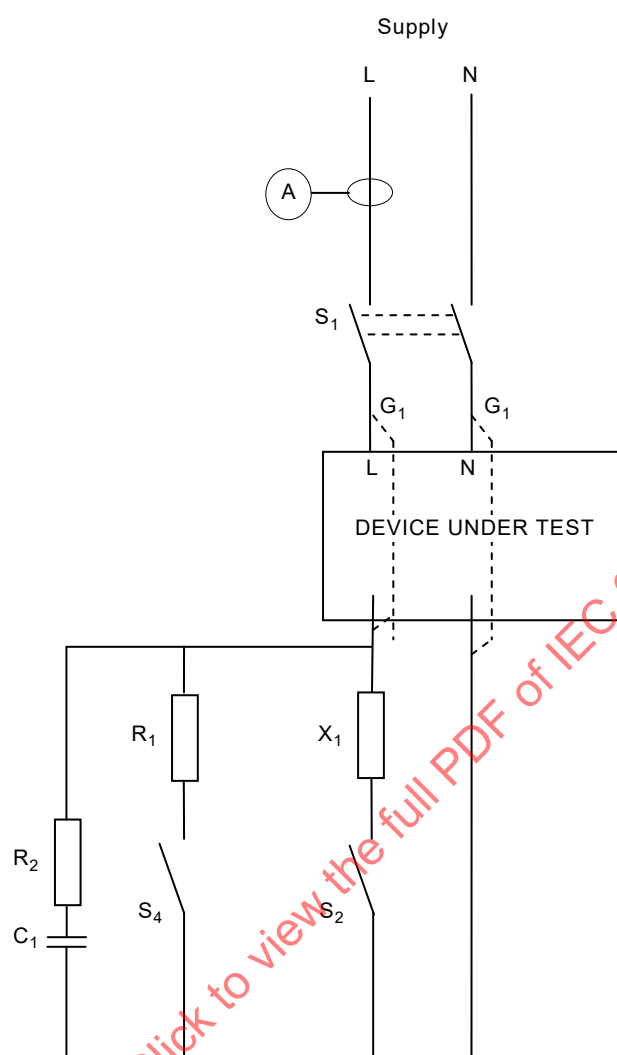
Key for letters and symbols: see Table 21

Figure 6 – Typical diagram for all short circuit tests



Key for letters and symbols: see Table 21

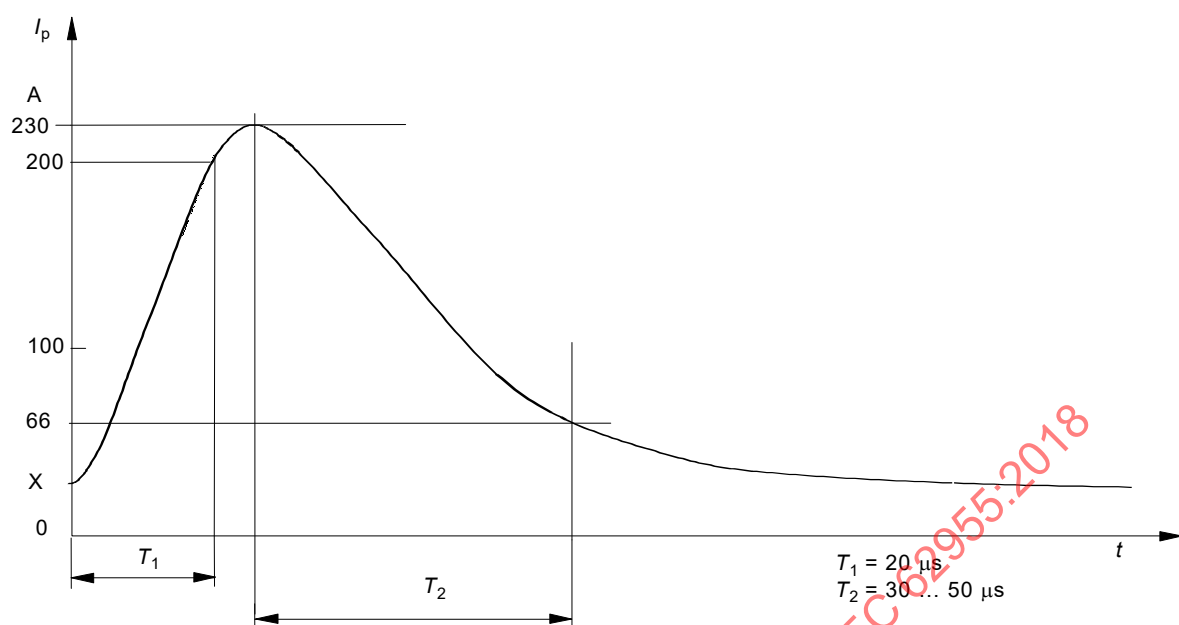
Figure 7 – Detail of impedances Z , Z_1 and Z_2



IEC

Key for letters and symbols: see Table 21

Figure 8 – Test circuit for endurance test according to 9.10



IEC

X Starting value for the inrush current (0... 42 A) depending on the phase angle of the sinusoidal current of 30 A rms.

**Figure 9 – Informative wave shape of inrush current
for tests according to 9.10**

**Table 20 – Tripping current ranges for RDC-DDs in case of
pulsating DC current**

	Tripping current A	
Angle α	Lower limit (for all values of $I_{\Delta n}$)	Upper limit (for all values of α)
0°	For $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 0,35 $I_{\Delta n}$ For $I_{\Delta n} > 6$ mA: 4,5 mA	For $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 2 $I_{\Delta n}$ ^{a)} For $I_{\Delta n} > 6$ mA: 1,4 $I_{\Delta n}$
90°	For $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 0,25 $I_{\Delta n}$ For $I_{\Delta n} > 6$ mA: 6,3 mA	
135°	0,11 $I_{\Delta n}$	
^{a)} In the USA, the value 30 mA is accepted for $I_{\Delta n} < 6$ mA.		

Table 21 – Key of letters symbols for all figures 2 up to 8

A	=	Ammeter (measuring r.m.s. values)
B and C	=	Points for the connections of the grid(s) shown in Annex C
C_1	=	Capacitor
D	=	Device under test
D_i	=	Diodes
F	=	Device for the detection of a fault current
frame	=	All conductive parts normally earthed in service, including FE, if any
G_1	=	Temporary connection(s) for calibration
G_2	=	Connection(s) for the test with rated conditional short-circuit current
I_1, I_2, I_3	=	Current sensor(s) Can be situated on the supply or on the load side of device under test, but always on the secondary side of the transformer
I_4	=	Additional residual current sensor, if needed
L	=	Adjustable air cored inductance(s)
N	=	Neutral conductor
P	=	Short circuit protective device
R	=	Adjustable resistor(s)
r	=	Resistor(s) taking approximately 0,6 % of the current (see 9.12.2)
R_1	=	Resistance drawing a current of approximately 10 A
R_2	=	Resistor limiting the current in the device F
S	=	Supply
S_1	=	All-pole switch/Auxiliary switch/Multi-pole switch
S_2, S_4	=	Single-pole switch
S_3	=	Two-pole switch/ two-way switch
T	=	Making switch for the short circuit
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	=	Voltage sensor(s)
V	=	Voltmeter
X_1	=	Resistor and reactor to adjust rated current
Z	=	Impedance in each phase for the calibration of the rated conditional short-circuit current. The reactors shall preferably be air-cored and connected in series with resistors in order to obtain the required power factor.
Z_1	=	Adjustable impedance to obtain current below the rated conditional short-circuit current
Z_2	=	Adjustable impedance for the calibration of I_{Δ}

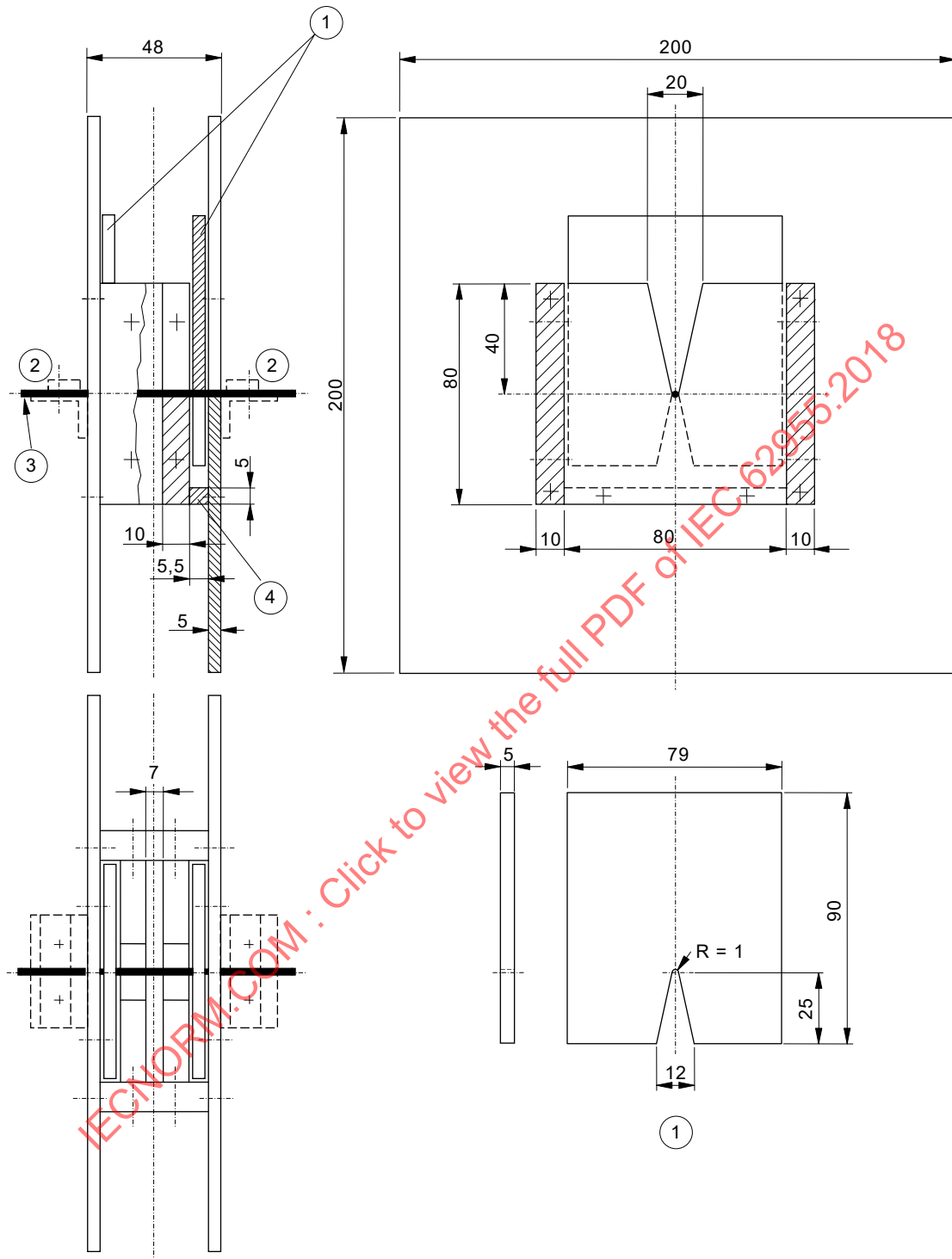
The closing device T may alternatively be situated between the load side terminals of the device under test and current sensors I_1, I_2 and I_3 as applicable.

The voltage sensors U_{r1}, U_{r2} and U_{r3} are connected between phase and neutral, as necessary.

The adjustable load Z may be located at the high-voltage side of the supply circuit.

Resistances R_1 may be omitted with the agreement of the manufacturer.

Dimensions in millimetres

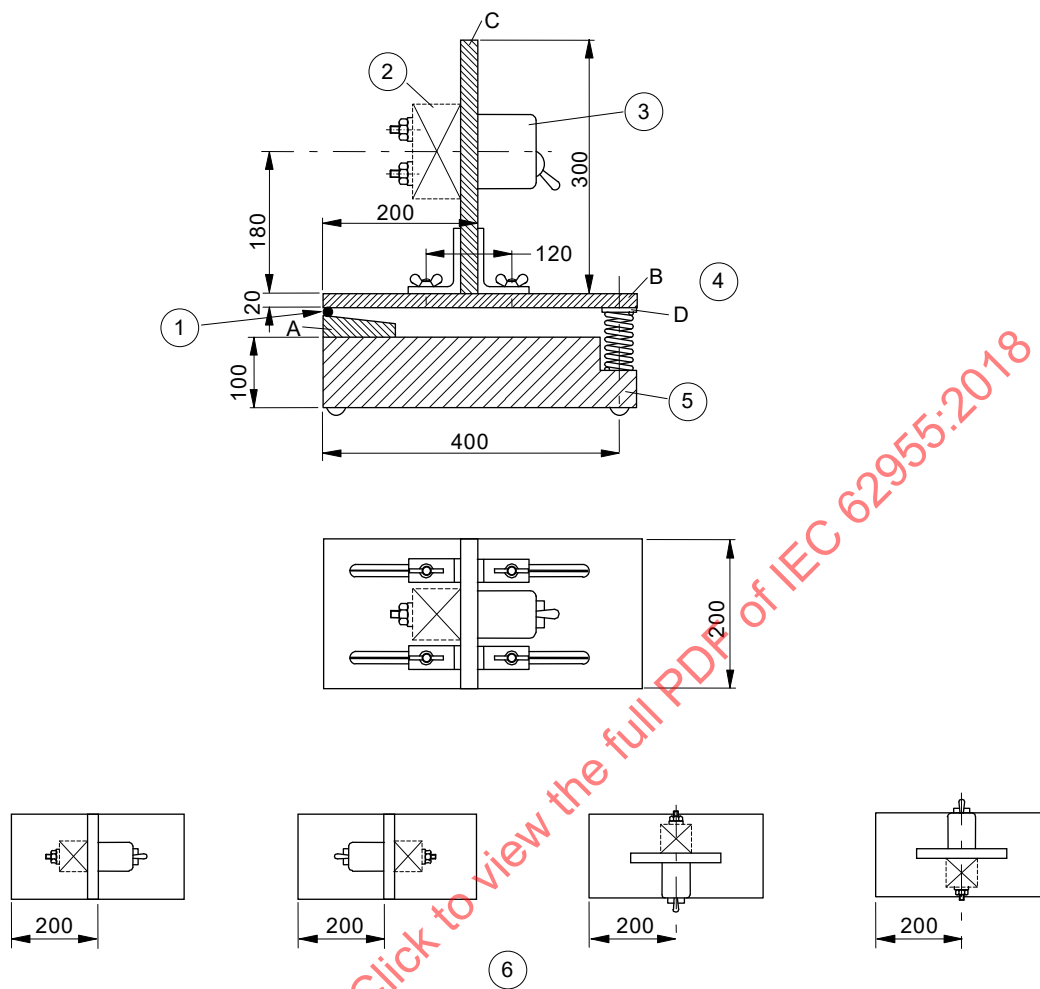


IEC

Key

- 1 Gliding plate
- 2 Terminal
- 3 Silver wire
- 4 Stop for gliding plate

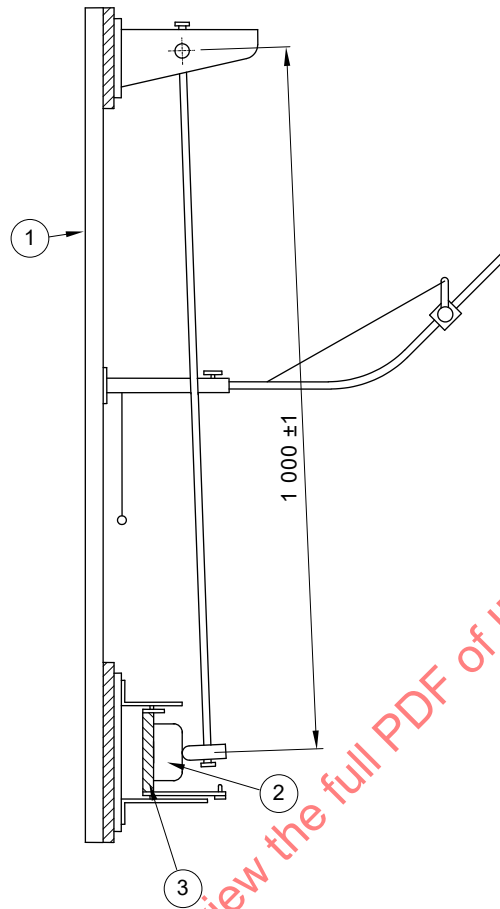
Figure 10 – Test apparatus for the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD (9.11.2.1 a)

Dimensions in millimetres**Key**

- 1 Hinge
- 2 Additional mass
- 3 Sample
- 4 Metal stop plate
- 5 Concrete block
- 6 Consecutive test positions

Figure 11 – Mechanical shock test apparatus (9.12.1)

Dimensions in millimetres



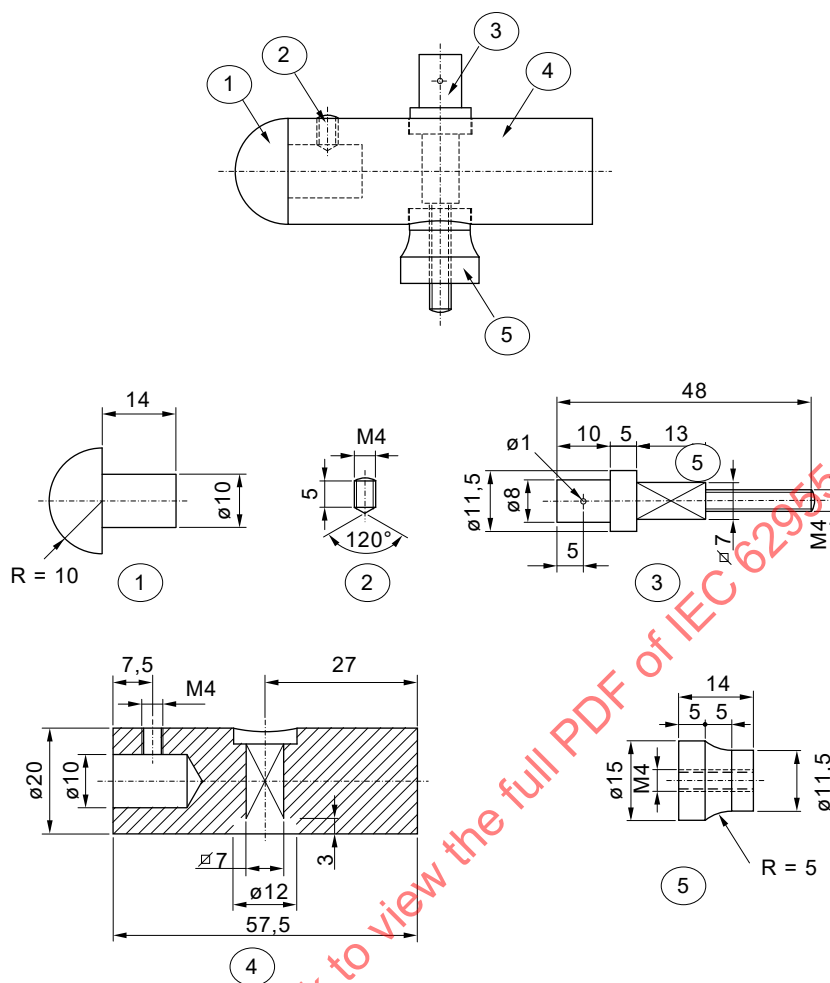
IEC

Key

- 1 Frame
- 2 Sample
- 3 Mounting support

Figure 12 – Mechanical impact test apparatus (9.12.2.1)

Dimensions in millimetres



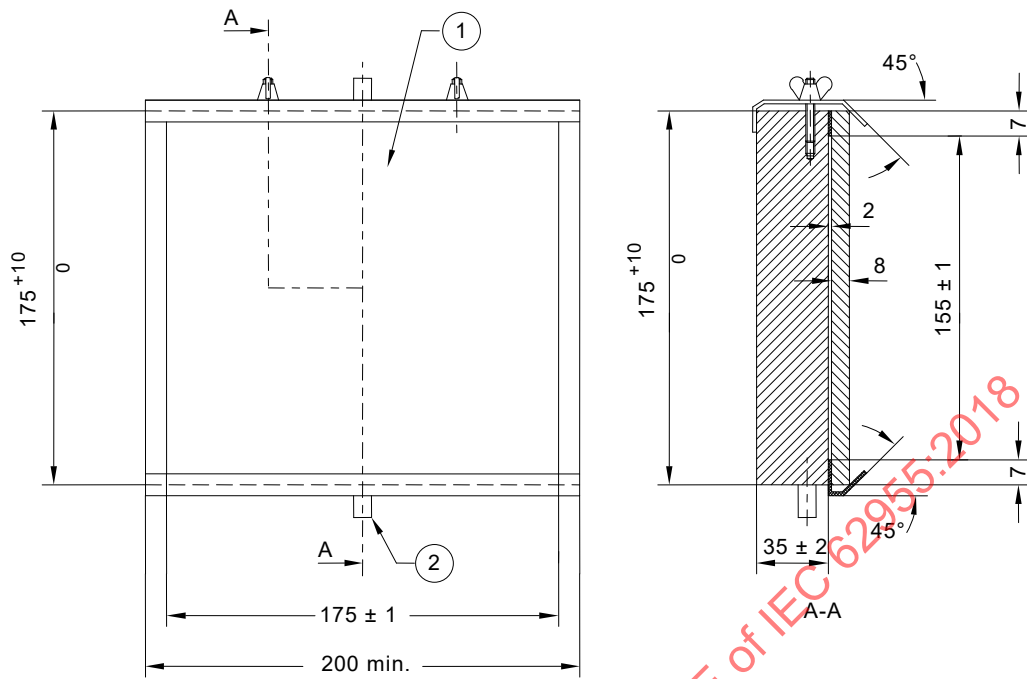
IEC

Key

- 1 Polyamide
 2, 3, 4, 5 Steel Fe 360

Figure 13 – Striking element for pendulum impact test apparatus (9.12.2.1)

Dimensions in millimetres



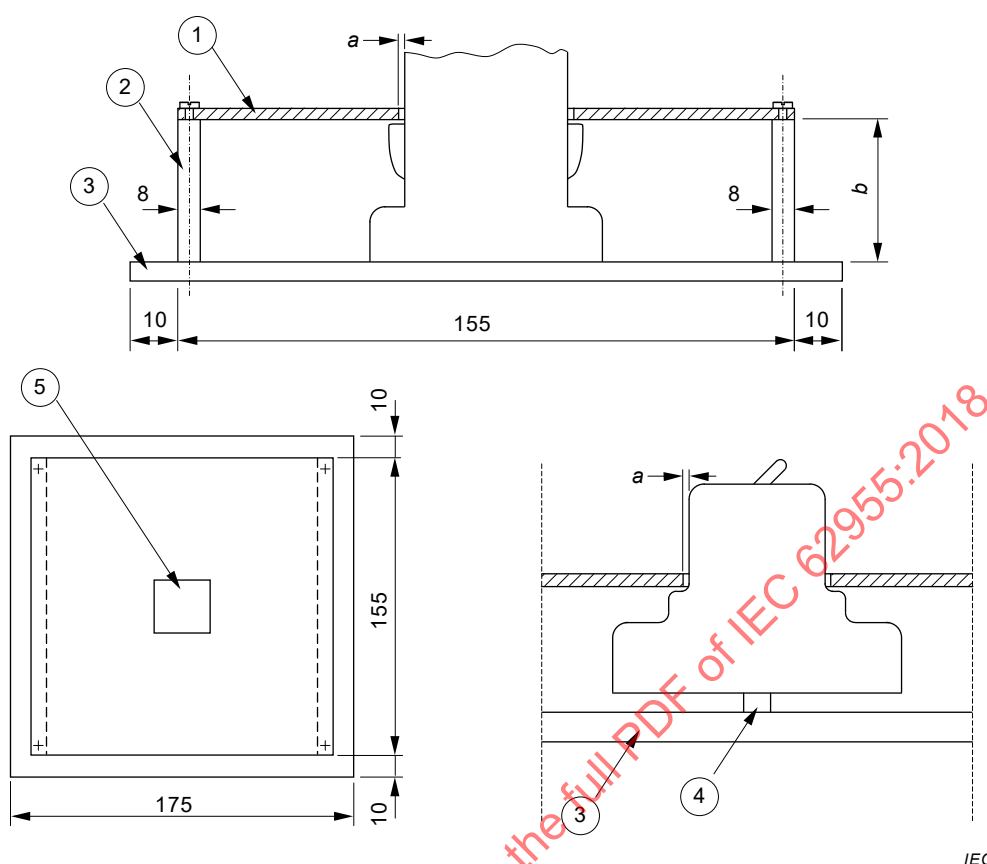
IEC

Key

- 1 Sheet of plywood
- 2 Pivot

Figure 14 – Mounting support for sample for mechanical impact test (9.12.2.1)

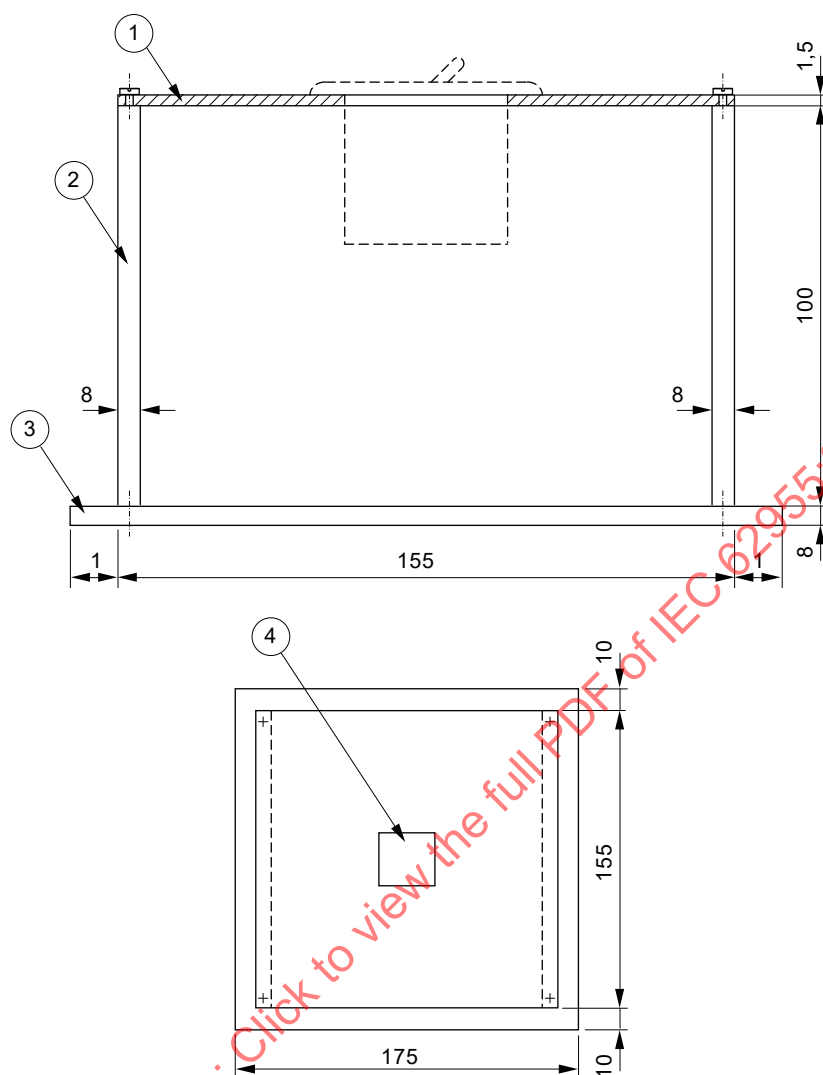
Dimensions in millimetres

**Key**

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1 mm
- 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
- 3 Mounting plate
- 4 Rail for RDC-DD designed to be mounted on a rail
- 5 Cut-out for the RDC-DD in the steel plate
- a* The distance between the edges of the cut-out and the faces of the RDC-DD shall be between 1 mm and 2 mm.
- b* The height of the aluminium plates shall be such that the steel plate rests on the supports of the RDC-DD if the RDC-DD has no such supports, the distance from live parts, which are to be protected by an additional cover plate, to the underside of the steel, is 8 mm.

Figure 15 – Example of mounting and unenclosed RDC-DD for mechanical impact test (9.12.2.1)

Dimensions in millimetres



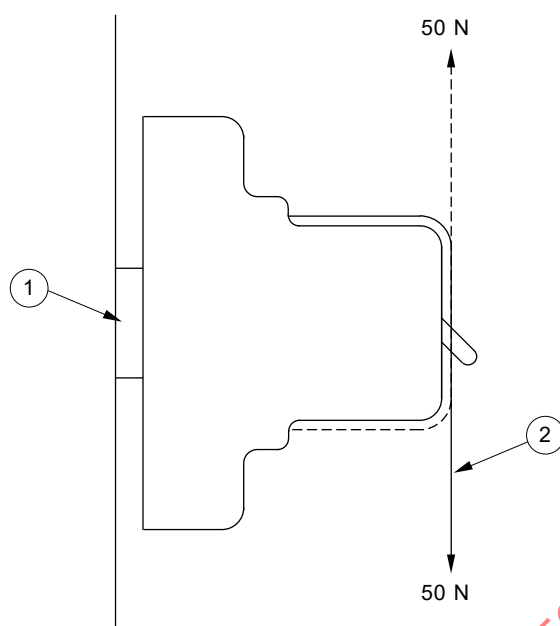
IEC

Key

- 1 Interchangeable steel plate with a thickness of 1,5 mm
- 2 Aluminium plates with a thickness of 8 mm
- 3 Mounting plate
- 4 Cut-out for the RDC-DD in the steel plate

NOTE In particular cases the dimensions may be increased.

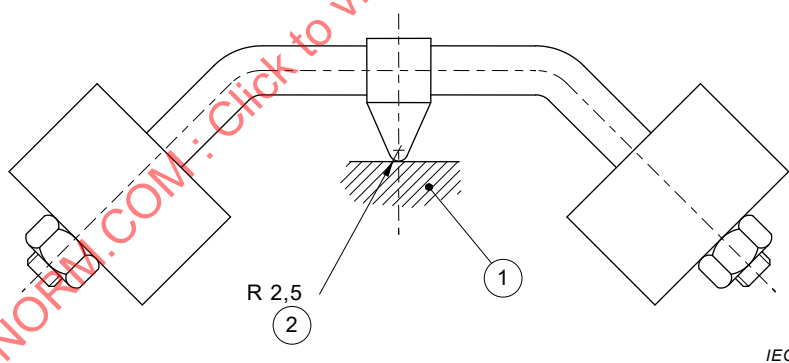
Figure 16 – Example of mounting of panel mounting type RDC-DD for the mechanical impact test (9.12.2.1)

**Key**

- 1 Rail
- 2 Cord

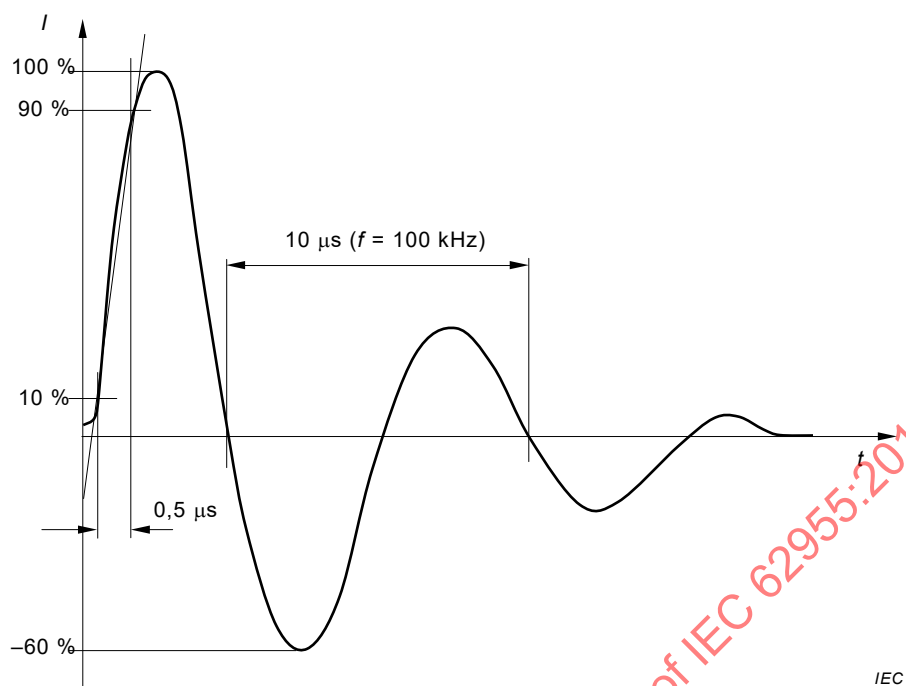
Figure 17 – Application of force for mechanical test of rail mounted RDC-DD (9.12.2.2)

Dimensions in millimetres

**Key**

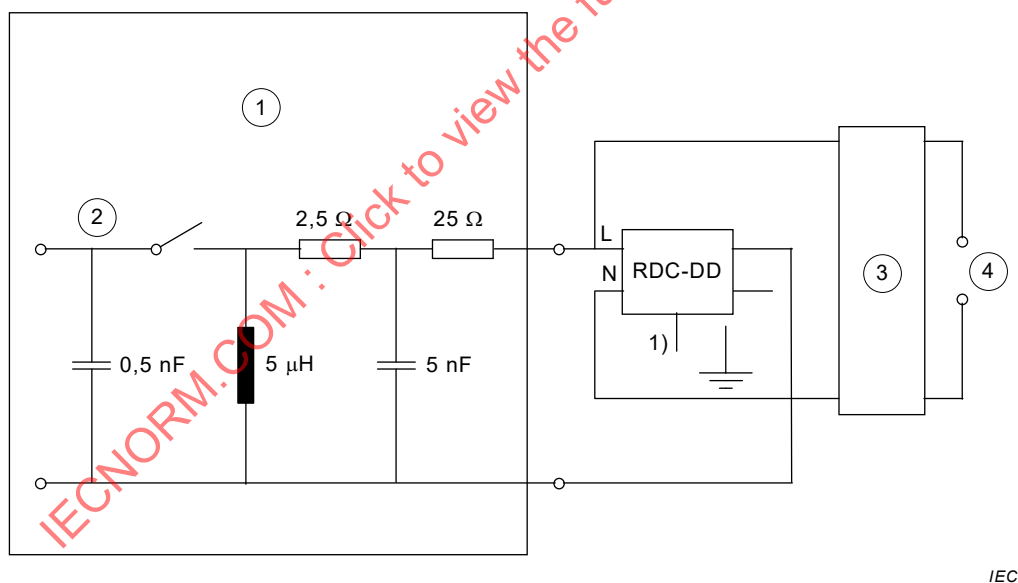
- 1 Sample
- 2 Spherical

Figure 18 – Ball-pressure test apparatus (9.13.2)



Care should be taken to ensure that the oscillating wave is guaranteed at least up to the 5th full period (50 μs).

Figure 19 – Current ring wave 0,5 μs /100 kHz

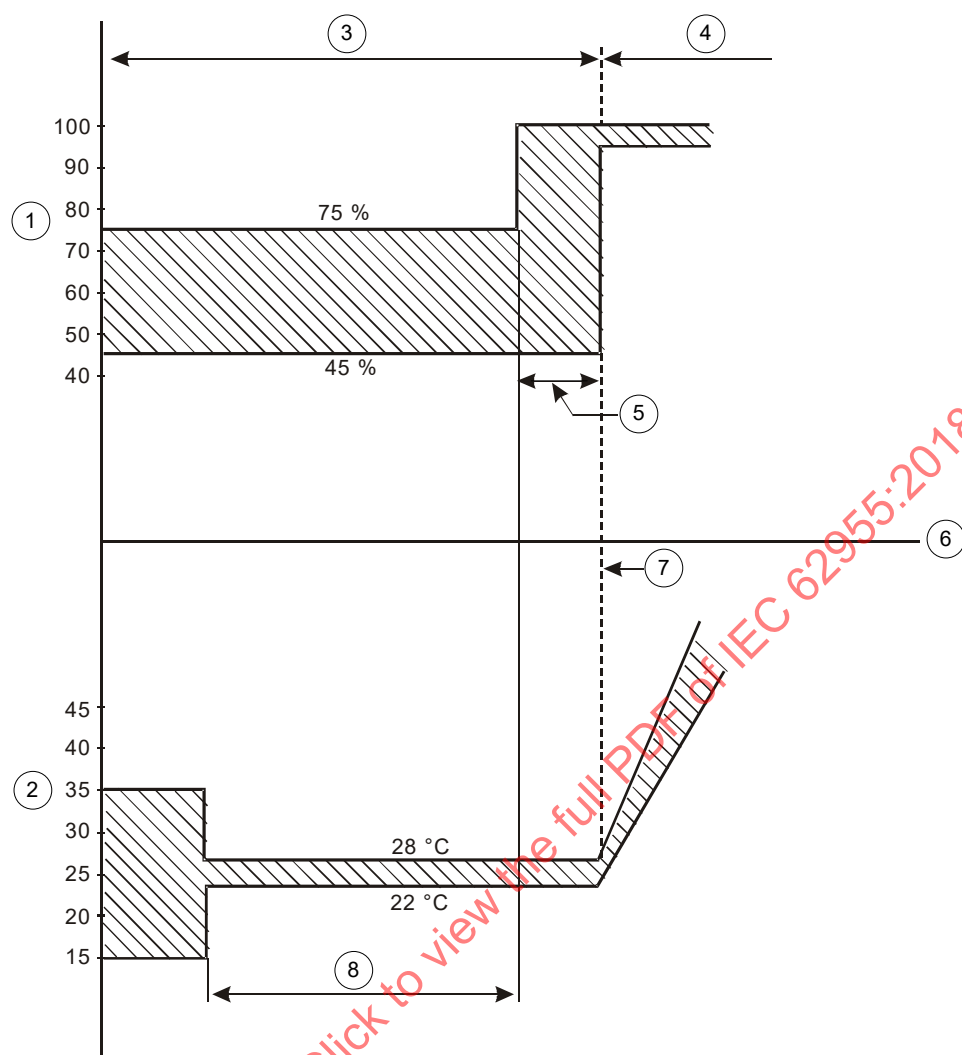


Key

- 1 Ring wave generator 0,5 μs /100 kHz
- 2 Trigger
- 3 Filter
- 4 Supply

1) If the RDC-DD has an earthing terminal, it shall be connected to the neutral terminal, if any, and if so marked on the RDC-DD or, failing that, to any phase terminal.

Figure 20 – Test circuit for the ring wave test at RDC-DDs

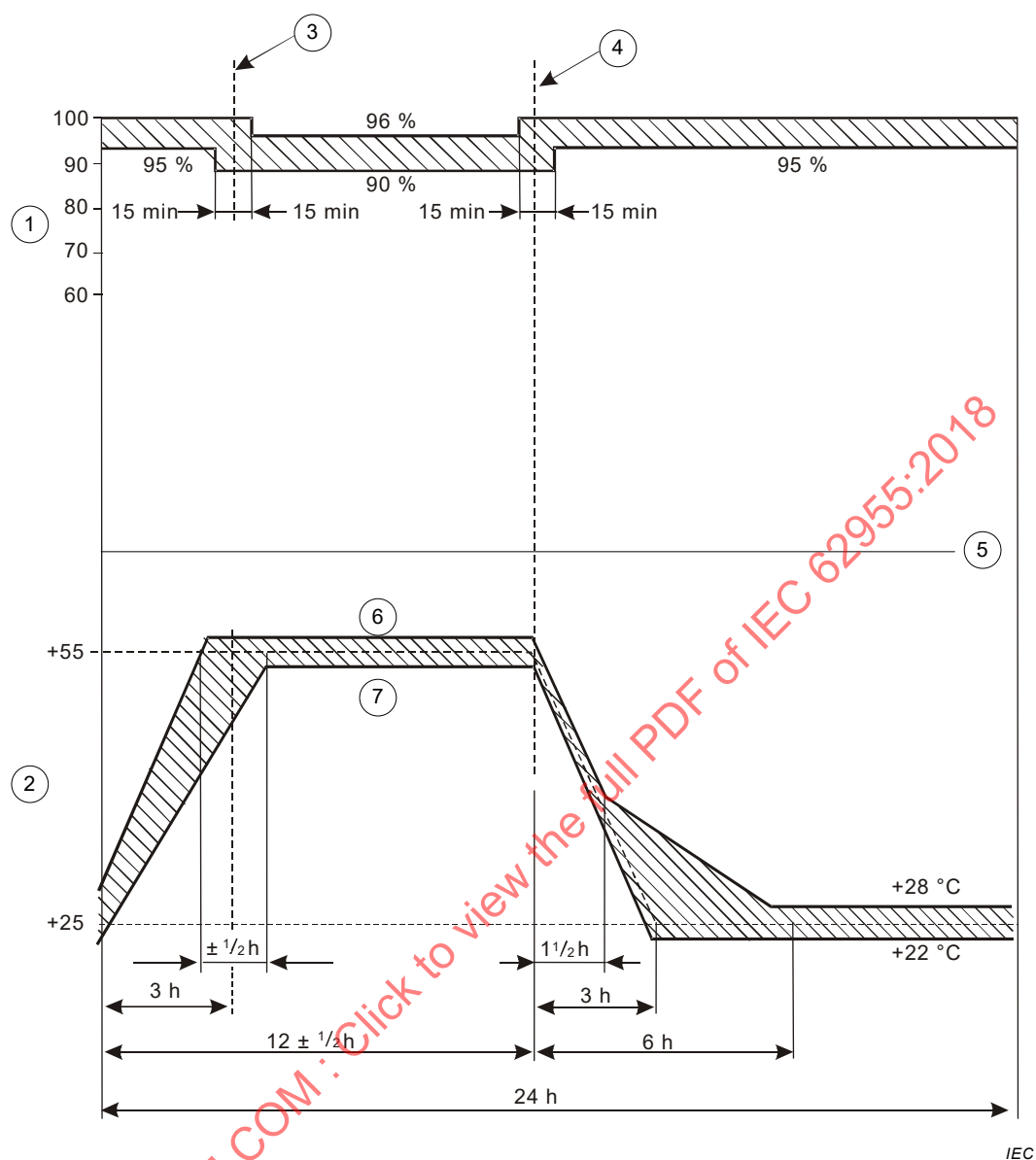


IEC

Key

- 1 Relative humidity (%)
- 2 Ambient temperature (°C)
- 3 Stabilizing period
- 4 First cycle
- 5 Time required to reach 95 % to 100 % relative humidity (not exceeding 1 h)
- 6 Time
- 7 Start of the first cycle
- 8 Time required for test specimen to reach temperature stability

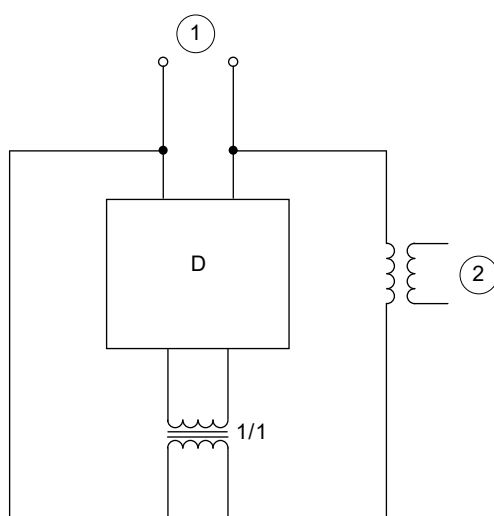
Figure 21 – Stabilizing period for reliability test (9.19.1.3)



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 22 – Reliability test cycle (9.19.1.3)

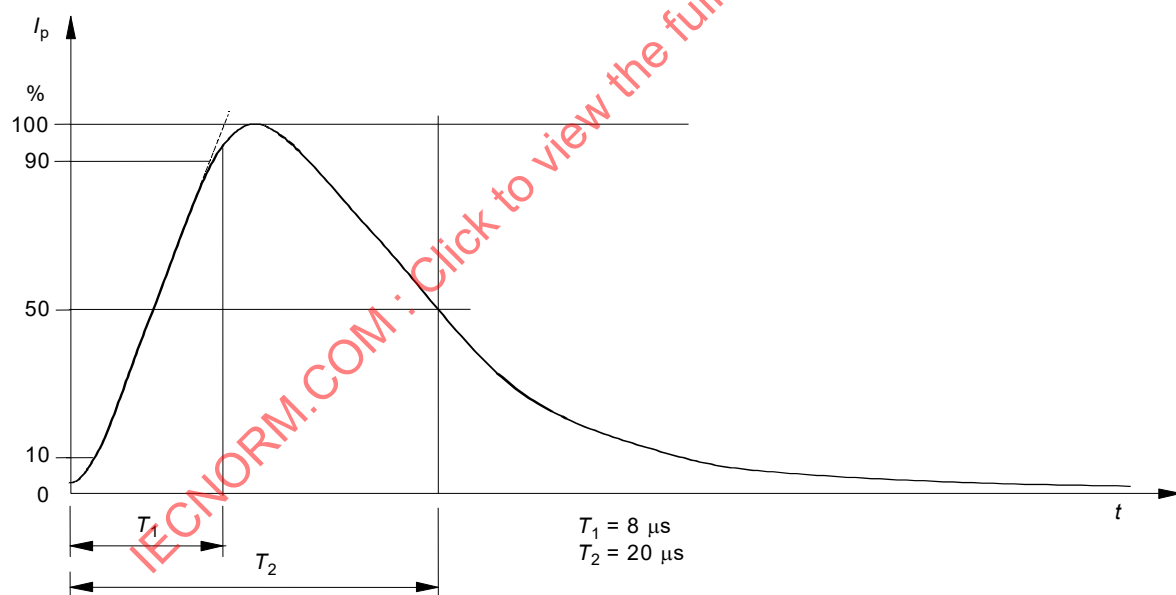


IEC

Key

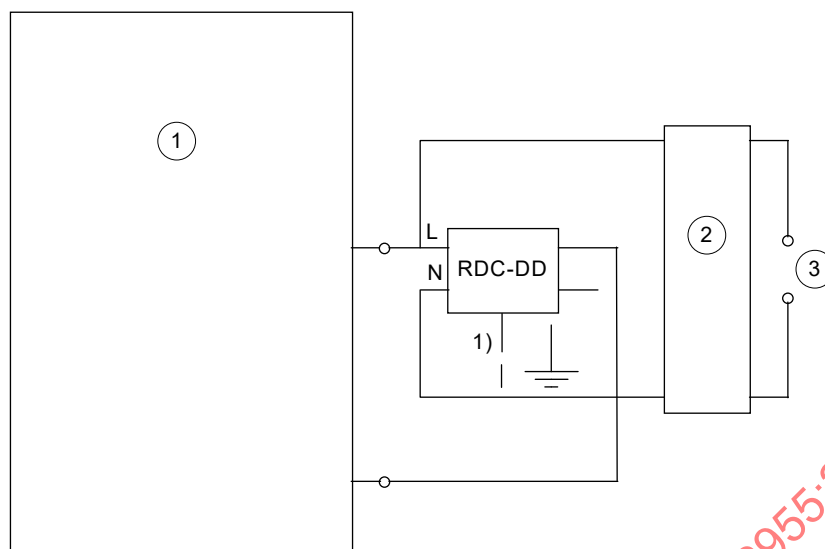
- 1 Supply at $1,1 U_n$
- 2 Current supply

Figure 23 – Example for test circuit for verification of ageing of electronic components (9.20)



IEC

Figure 24 – Surge current impulse 8/20 μs



IEC

Key

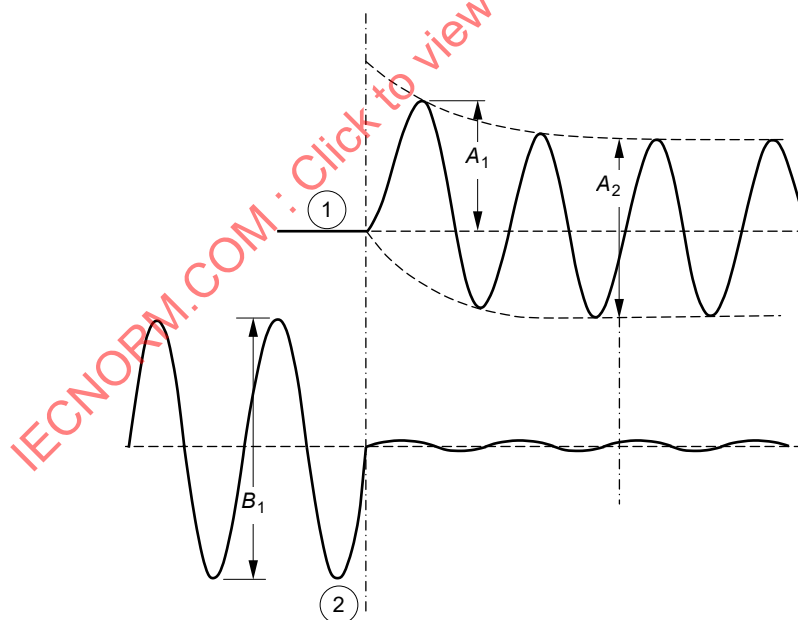
1 Surge current generator 8/20 μ s

2 Filter

3 Supply

1) If the RDC-DD has an earthing terminal, it shall be connected to the neutral terminal, if any, and if so marked on the RDC-DD or, failing that, to any phase terminal.

Figure 25 – Test circuit for the surge current test at RDC-DDs



IEC

Key

1 Current

2 Voltage

Figure 26 – Example of calibration record for short-circuit test (9.11.2.1 j) i))

Annex A (normative)

Test sequence and number of samples to be submitted for testing purposes

A.1 Test sequences

The tests are carried out according to Table A.1 where the tests in each sequence are carried out in the order indicated.

Table A.1 – Test sequences

Test sequence	Clause or subclause	Test (or inspection)
A	6	Marking
	8.1.1	General
	8.1.2	Mechanism
	9.3	Indelibility of marking
	8.1.3	Clearances and creepage distances (external parts only)
	9.15	Trip-free mechanism
	9.4	Reliability of screws, current-carrying parts and connections
	9.5	Reliability of terminals for external conductors
	9.6	Protection against electric shock
	9.13	Resistance to heat
	8.1.3	Clearances and creepage distances (internal parts)
	9.22	Resistance to rusting
A ₂	9.14	Resistance to abnormal heat and to fire
B	9.7.7.3	Resistance of the insulation of open contacts and basic insulation against an impulse voltage in normal conditions
	9.7.7.4 ^b	Verification of the behaviour of components bridging the basic insulation
	9.7.1	Resistance to humidity
	9.7.2	Insulation resistance of the main circuit
	9.7.3	Dielectric strength of the main circuit
	9.7.4	Insulation resistance and dielectric strength of auxiliary circuits
	9.7.7.2	Verification of clearances with the impulse withstand voltage
	9.7.5	Secondary circuit of detection transformers
	9.7.6	Capability of control circuits connected to the main circuits etc.
	9.8	Temperature-rise
	9.19.2	Reliability at 40 °C
	9.20	Ageing of electronic components
C	9.10	Mechanical and electrical endurance
D	D ₀	Residual operating characteristics

Test sequence		Clause or subclause	Test (or inspection)
	D ₁	9.17 9.18 9.16 9.12	Three- and four- pole RDC-DD powered on two poles only Behaviour in the case of surge currents. Test device Resistance to mechanical shock and impact
E		9.11.2.3 a) 9.11.2.3 c)	Coordination at I_{nc} Performance at I_m
F		9.11.2.3 b) 9.11.2.2	Coordination at I_m Coordination at $I_{\Delta c}$
G		9.19.1	Reliability (climatic test)
H ^a		IEC 61543 ¹ , Table 4 – T1.1 IEC 61543, Table 4 – T1.2 IEC 61543, Table 5 – T2.3	Harmonics, inter harmonics Signalling voltages Surges
I		IEC 61543, Table 5 – T2.1 IEC 61543, Table 5 – T2.5 IEC 61543, Table 5 – T2.2	Conducted sine-wave form voltages or currents Radiated electromagnetic field Fast transients (bursts)
J		IEC 61543, Table 5 – T2.6 IEC 61543, Table 6 – T3.1	Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz Electrostatic discharges
a) 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 this sequence. b) This test may be carried out on separate samples.			

A.2 Number of samples to be submitted for full test procedure

If only one type of RDC-DD of one current rating and of one residual current tripping rating is submitted for testing, the number of samples to be submitted to the different test series is that 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, compliance with the document is met. If the minimum number, given in the third column, only passes the tests, additional samples as shown in the fourth column shall be tested and all shall then satisfactorily complete the test sequence.

For RDC-DDs 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 adjusted to the highest residual operating current, the other adjusted to the lowest residual operating current.

¹ Reference is made to IEC 61543:1995, Amendment 1:2004 and Amendment 2:2005.

Table A.2 – Number of samples for full test procedure

Test sequence ^a	Number of samples	Minimum number of accepted samples ^b	Number of samples for repeated tests ^c
A ₁	1	1	–
A ₂	3	2	3
B	3	2	3
C	3	2	3
D	3	2 ^d	3
E	3	2 ^d	3
F	3	2 ^d	3
G	3	2	3
H ^e	3	2	3
I ^e	3	2	3
J ^e	3	2	3
^a In total a maximum of three test sequences may be repeated. ^b It is assumed that a sample that has not passed a test has not met the requirements due to workmanship or assembly defects that are not representative of the design. ^c In the case of repeated tests, all test results shall be acceptable. ^d All samples shall meet the requirements in 9.9.2.1, 9.9.2.2, 9.9.2.3, 9.9.2.4 and 9.9.3, as appropriate. In addition, permanent arcing or flashover between poles or between poles and frame shall not occur in any sample during tests of 9.11.2.2, 9.11.2.3 a), 9.11.2.3 b) or 9.11.2.3 c). ^e At the manufacturer's request, the same set of samples may be subjected to more than one of these test sequences.			

A.3 Number of samples to be submitted for simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of RDC-DDs of the same fundamental design

A.3.1 If a range of RDC-DDs of the same fundamental design, or additions to such a range of RDC-DDs are submitted for certification, the number of samples to be tested may be reduced according to Table A.3.

NOTE For the purposes of this annex, the same fundamental design comprises a series of rated current (I_n), and/or different number of poles.

RDC-DDs can be considered to be of the same fundamental design if all of the following conditions are met:

- 1) they have the same basic design;
- 2) the residual current operating means have identical tripping mechanism and identical relay or solenoid except for the variations permitted in c) and d);
- 3) the materials, finish and dimensions of the internal current carrying parts are identical other than the variations detailed in a) below;
- 4) the terminals are of similar design (see b) below);
- 5) the contact size, material, configuration and method of attachment are identical;
- 6) the manual operating mechanism, materials and physical characteristics are identical;
- 7) the moulding and insulating materials are identical;
- 8) the method, materials and construction of the extinction device are identical;

- 9) 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;
- 10) the basic design of the residual current tripping device is identical except for the variations permitted in d) below;
- 11) 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 RDC-DDs comply in all other respects to the requirements detailed above:

- a) cross sectional area of the internal current carrying connections, and lengths of the toroid connections;
- b) size of terminals;
- c) number of turns and cross sectional area of the windings and the size and material of the core of the differential transformer;
- d) the sensitivity of the relay and/or the associated electronic circuit, if any;
- e) the ohmic value of the means to produce the maximum ampere turns necessary to conform to the tests of 9.16. The circuit may be connected across phases or phase to neutral.

A.3.2 For RDC-DDs having the same classification according to the construction (4.1), the connection (4.3), type of terminals (4.4) and temperature range (4.5) having different current rating and rated DC residual operating current, the number of samples to be tested may be reduced, according to Table A.3.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Table A.3 – Number of samples for simplified test procedure

Test sequence	Number of samples according to number of poles ^a		
	2 poles ^{b, c}	3 poles ^{d, f, h}	4 poles ^e
A ₁	1 max. rating I_n	1 max. rating I_n	1 max. rating I_n
A ₂	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n
B	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n
C	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n
D ₀ + D ₁	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n
D ₀	1 with rated $I_{\Delta dc}$		
E	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n	3 max. rating I_n
F	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -
G	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -	3 max. rating I_n - 3 min. rating I_n -
H			3 ^g samples of the same I_n rating chosen at random
I			3 ^g samples of the same I_n rating chosen at random
J			3 ^g samples of the same I_n rating chosen at random

^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 3-pole or 4-pole RDC-DDs are submitted, this column shall also apply to a set of samples with the smallest number of poles.

^c Also applicable to 1-pole RDC-DDs with uninterrupted neutral and to 2-pole RDC-DDs with 1 protected pole.

^d Also applicable to 3-pole RDC-DDs with 2 protected poles.

^e Also applicable to 3-pole RDC-DDs with uninterrupted neutral and to 4-pole RDC-DDs with 3 protected poles.

^f This column is omitted when 4-pole RDC-DDs have been tested.

^g Only the highest number of current paths.

^h If a 3-pole RDC-DD with 4 current paths and a 4-pole RDC-DD are submitted, then only the 4-pole RDC-DD is tested, with exception of the test of 9.8 of test sequence B, for which both types are submitted to the test.

Annex B (normative)

Determination of clearances and creepage distances

B.1 General

In determining clearances and creepage distances, it is recommended that the following points be considered.

B.2 Orientation and location of a creepage distance

If necessary, the manufacturer shall indicate the intended orientation of the equipment or component in order that creepage distances are not adversely affected by the accumulation of pollution for which they were not designed.

B.3 Creepage distances where more than one material is used

A creepage distance may be split in several portions of different materials and/or have different pollution degrees if one of the creepage distances is dimensioned to withstand the total voltage or if the total distance is dimensioned according to the material having the lowest CTI.

B.4 Creepage distances split by floating conductive part

A creepage distance may be split into several parts, made with insulation material having the same CTI, including or separated by floating conductors as long as the sum of the distances across each individual part is equal or greater than the creepage distance required if the floating part did not exist.

The minimum distance X for each individual part of the creepage distance is given in 6.2 of IEC 60664-1:2007 (see also Example 11 in Figure B.1).

B.5 Measurement of creepage distances and clearances

In determining creepage distances according to IEC 60664-1, the dimension X , specified in the following examples, has a minimum value of 1,0 mm for pollution degree 2.

If the associated clearance is less than 3 mm, the minimum dimension X may be reduced to one-third of this clearance.

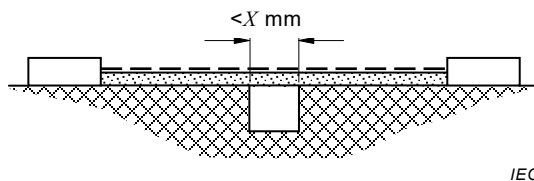
The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in Examples 1 to 11 in Figure B.1. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Example 3);
- where the distance across a groove is equal to or larger than the specified width X , the creepage distance is measured along the contours of the groove (see Example 2);

- creepage distances and clearances measured between parts which can assume different positions in relation to each other, are measured when these parts are in their most unfavourable position.

Example 1

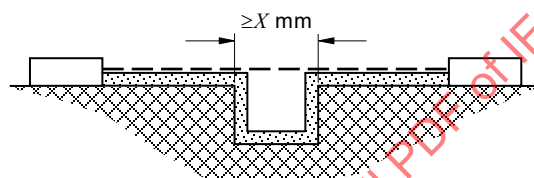


IEC

Condition: Path under consideration includes a parallel- or converging-sided groove of any depth with a width less than X mm.

Rule: Creepage distance and clearance are measured directly across the groove as shown.

Example 2

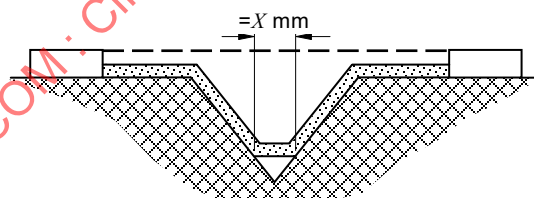


IEC

Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and with a width equal to or more than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove.

Example 3

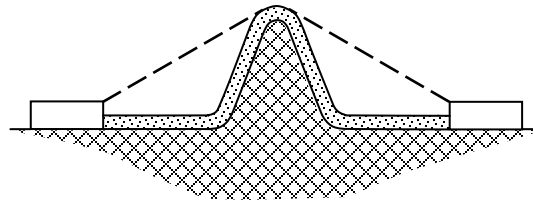


IEC

Condition: Path under consideration includes a V-shaped groove with a width greater than X mm.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the groove but "short-circuits" the bottom of the groove by X mm link.

Example 4



IEC

Condition: Path under consideration includes a rib.

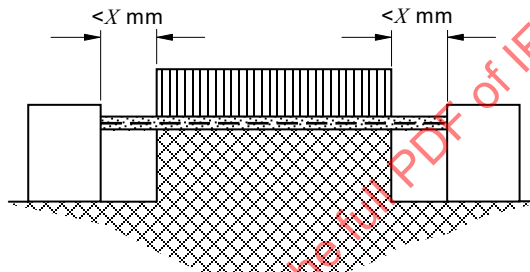
Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the rib. Creepage path follows the contour of the rib.

— — — Clearance



Creepage distance

Example 5

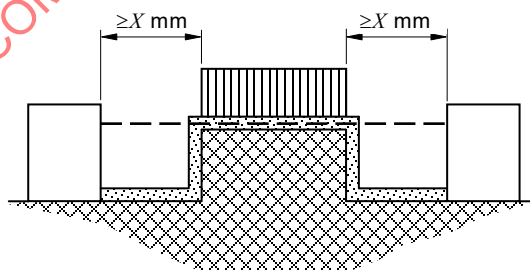


IEC

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves less than X mm wide on each side.

Rule: Creepage and clearance path is the "line of sight" distance shown.

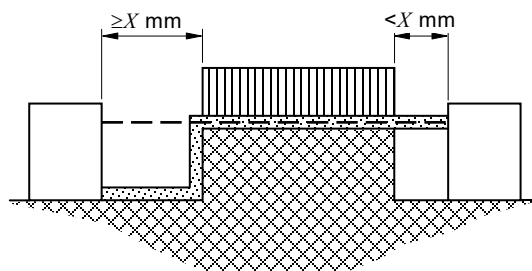
Example 6



IEC

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with grooves equal to or more than X mm wide on each side.

Rule: Clearance is the "line of sight" distance. Creepage path follows the contour of the grooves.

Example 7

IEC

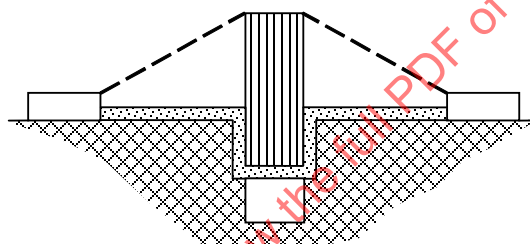
Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with a groove on one side less than X mm wide and the groove on the other side equal to or more than X mm wide.

Rule: Clearance and creepage paths are as shown.

— — — Clearance



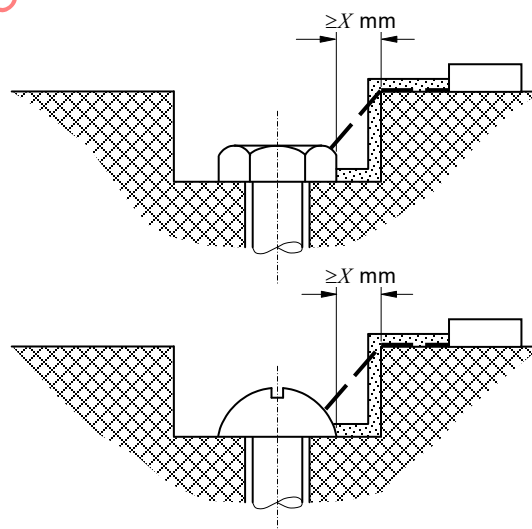
Creepage distance

Example 8

IEC

Condition: Creepage distance through uncemented joint is less than creepage distance over barrier.

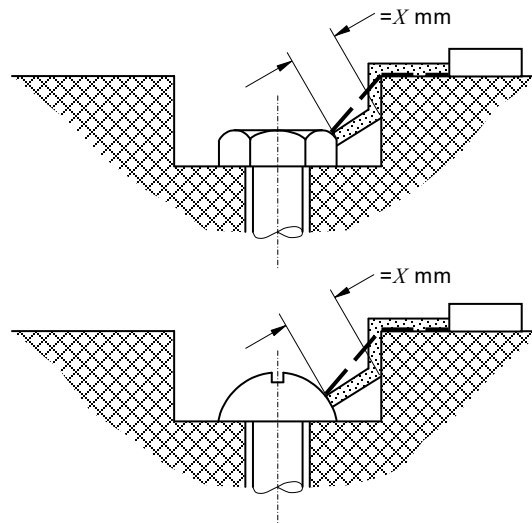
Rule: Clearance is the shortest direct air path over the top of the barrier.

Example 9

IEC

Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

Example 10



IEC

Gap between head of screw and wall of recess too narrow to be taken into account.

Measurement of creepage distance is from screw to wall when the distance is equal to X mm.

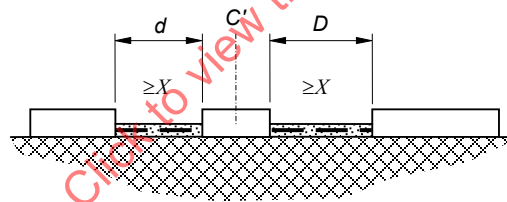


Clearance



Creepage distance

Example 11



C floating part

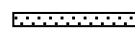
IEC

Clearance is the distance = $d + D$

Creepage distance is also = $d + D$



Clearance



Creepage distance

Figure B.1 – Examples of methods of measuring creepage distances and clearances

Annex C

(normative)

Arrangement for the detection of the emission of ionized gases during short-circuit tests

The device under test is mounted as shown in Figure C.1, which may require adaptation to the specific design of the device, and in accordance with the manufacturer's instructions.

When required (i.e. during "O" operations), a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm, of a size at least 50 mm larger, in each direction, than the overall dimensions of the front face of the device, but not less than 200 mm × 200 mm, is fixed and reasonably stretched in a frame, placed at a distance of 10 mm from either:

- the maximum projection of the operating means of a device without recess for the operating means; or
- the rim of a recess for the operating means of a device with recess for the operating means.

The sheet should have the following physical properties:

Density at 23 °C: $0,92 \text{ g/cm}^3 \pm 0,05 \text{ g/cm}^3$

Melting point: 110 °C to 120 °C.

When required, a barrier of insulating material, at least 2 mm thick, is placed, as shown in Figure C.1, between the arc vent and the polyethylene foil to prevent damage of the foil due to hot particles emitted from the arc vent.

When required, a grid (or grids) according to Figure C.2, is (are) placed at a distance of "a" mm from each arc vent side of the device.

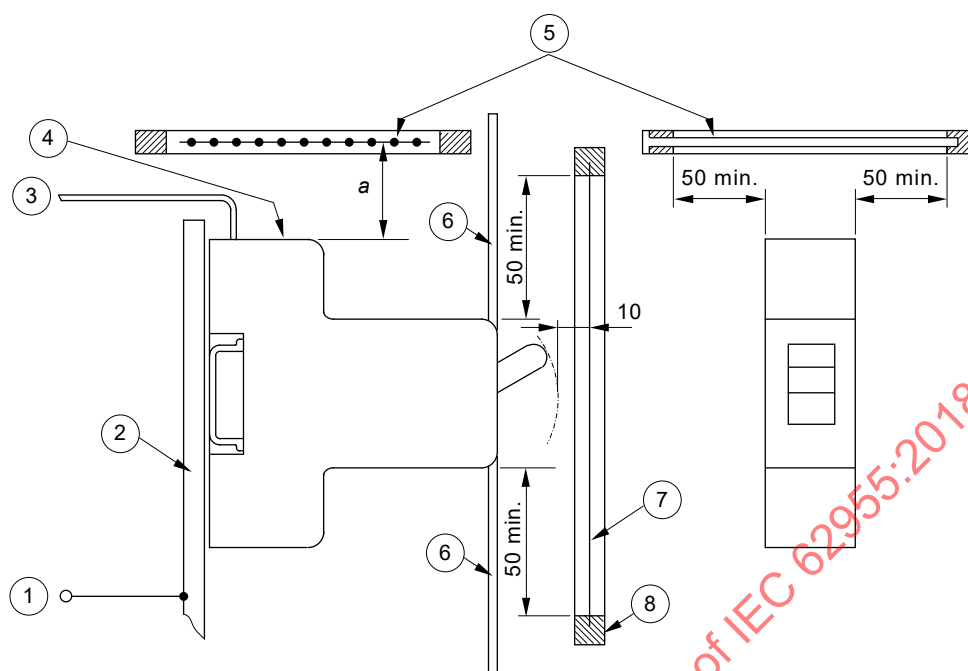
The grid circuit (see Figure C.3) shall be connected to the points B and C (see Figure 4 or 5, as applicable).

The parameters for the grid circuit(s) are as follows:

Resistor R': 1,5 Ω

Copper wire F': length 50 mm, and diameter in accordance with 9.11.2.1 f) i).

Dimensions in millimetres

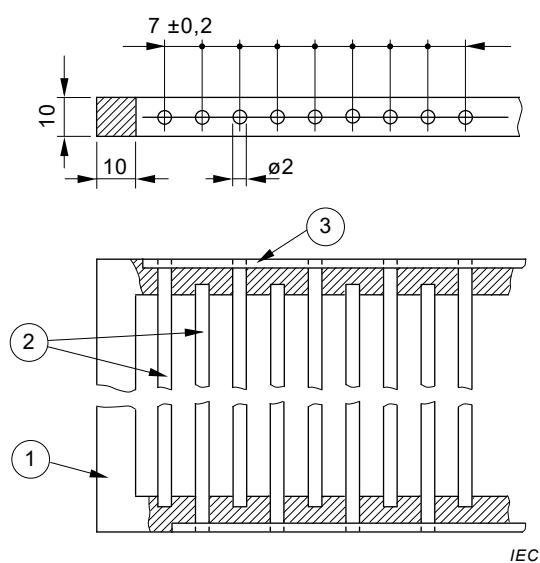


IEC

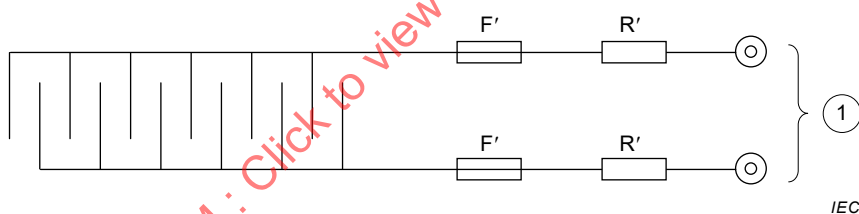
Key

- 1 To the fuse F
- 2 Metal plate
- 3 Cable
- 4 Arc vent
- 5 Grid
- 6 Barrier
- 7 Polyethylene sheet
- 8 Frame

Figure C.1 – Test arrangement

**Key**

- 1 Frame of insulating material
- 2 Copper wires
- 3 Metal interconnection of copper wires

Figure C.2 – Grid**Key**

- 1 Connected to points B and C (see Figure 7, as applicable)

Figure C.3 – Grid circuit

Annex D (normative)

Routine tests

D.1 General

The tests specified in this document are intended to reveal, as far as safety is concerned, unacceptable variations in material or manufacture.

In general, more tests have to be made to ensure that every RDC-DD conforms with the samples that withstood the tests of this document, according to the experience gained by the manufacturer.

D.2 Tripping test

A DC residual current is passed through the RDC-DD. The RDC-DD shall trip at a DC residual current chosen from Table 2 within the specified time.

The test current shall be applied once on each RDC-DD.

D.3 Electric 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:

- with the RDC-DD in the open position, between each pair of terminals which are electrically connected together when the RDC-DD is in the closed position;
- with the RDC-DD 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 incorporated electronic components.

No flashover or breakdown shall occur.

D.4 Performance of the test device

With the RDC-DD provided with a manual test device in the closed position, and connected to a supply at the appropriate voltage, the test device, when operated, shall open the RDC-DD.

RDC-DD provided with an automatic test device the manufacturer shall give a convenient method of verification.

Annex E (informative)

Methods for determination of short-circuit power-factor

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 Annex E.

Method I – Determination from DC components

The angle ϕ may be determined from the curve of the DC component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation as follows:

The formula for the DC component is

$$i_d = i_{do} \cdot e^{-Rt/L}$$

where

- i_d is the value of DC components at the instant t ;
- i_{do} is the value of the DC component at the instant taken as time origin;
- L/R is the time-constant of the circuit, in seconds;
- t is the time, in seconds, taken from the initial instant;
- e is the base of the Neperian logarithms.

The time-constant L/R can be ascertained from the above formula as follows:

- a) measure the value of i_{do} at the instant of short-circuit and the value of i_d at another instant t before the contact separation;
- b) determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing i_d by i_{do} ;
- c) from a table of values of e^{-x} determine the value of $-x$ corresponding to the ratio of i_d/i_{do} ;
- d) the value x represents Rt/L from which L/R is obtained.

Determine the angle from:

$$\phi = \arctan \omega L/R$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

Method II – Determination with pilot generator

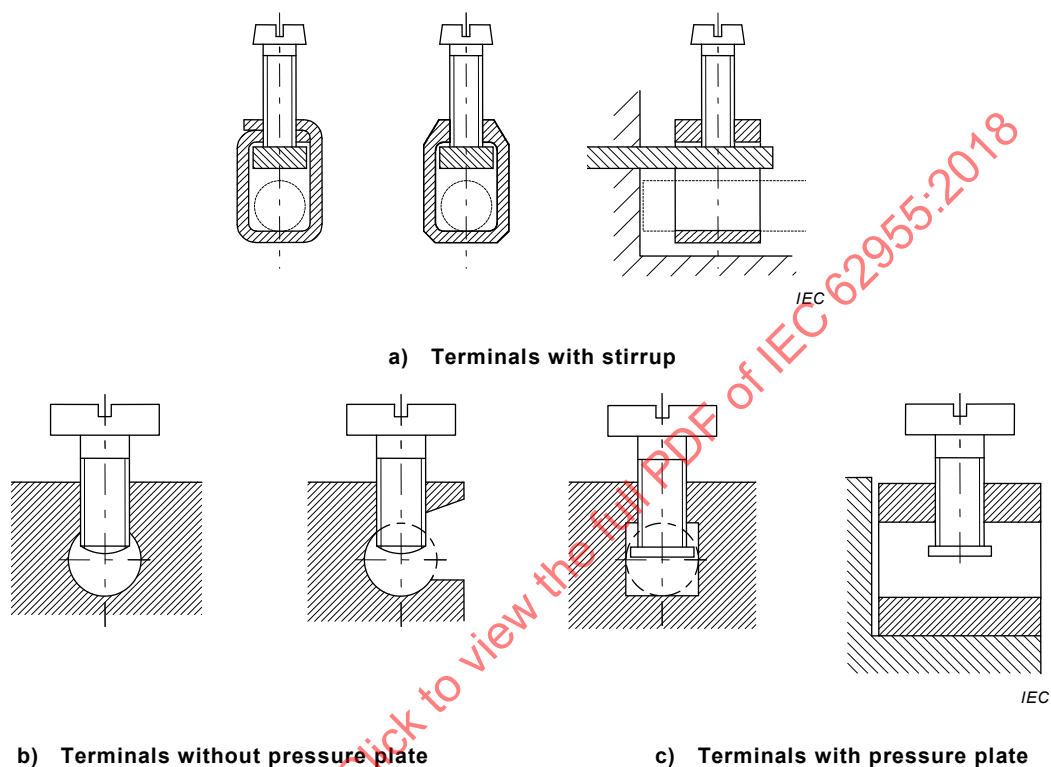
When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

The difference between the phase angles between the pilot generator voltage and the main generator voltage on the one hand, and the pilot generator voltage and the test generator current on the other hand, gives the phase-angle between the voltage and current of the test generator from which the power-factor can be determined.

Annex F (informative)

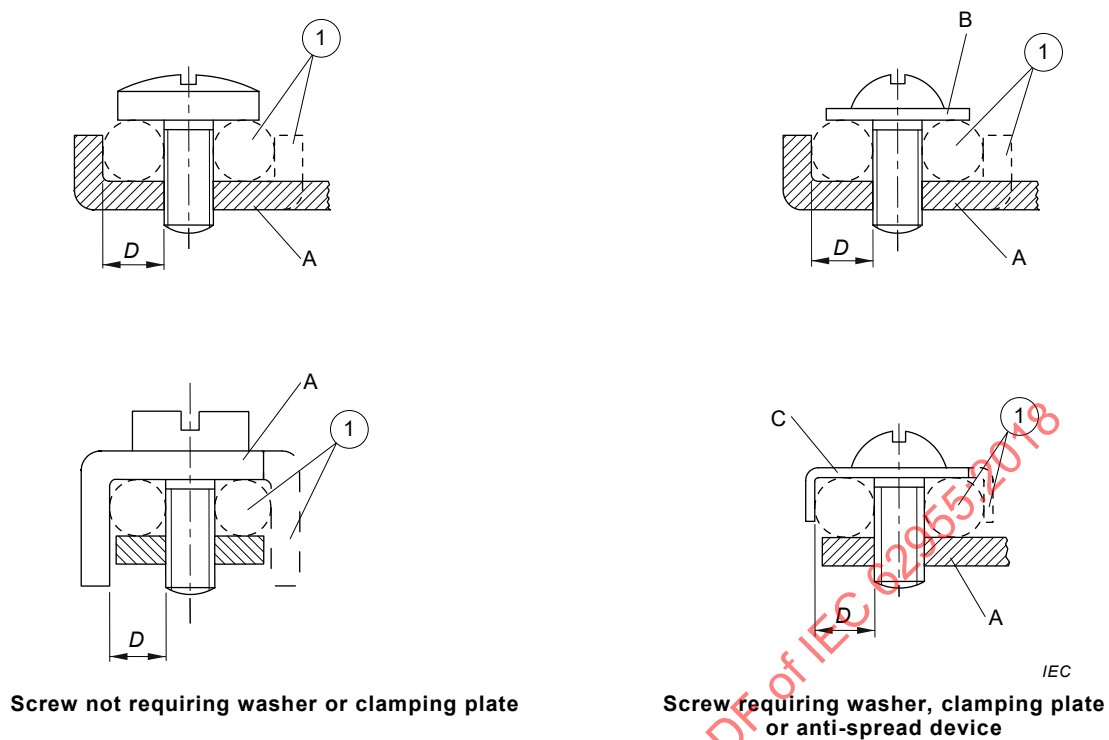
Examples of terminal designs

In Annex F, some examples of designs of terminals are given in Figures F.1 to F.5. The conductor location shall have a diameter suitable for accepting solid rigid conductors and a cross-sectional area suitable for accepting rigid stranded conductors (see 8.1.5)



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 a terminal provided with a stirrup.

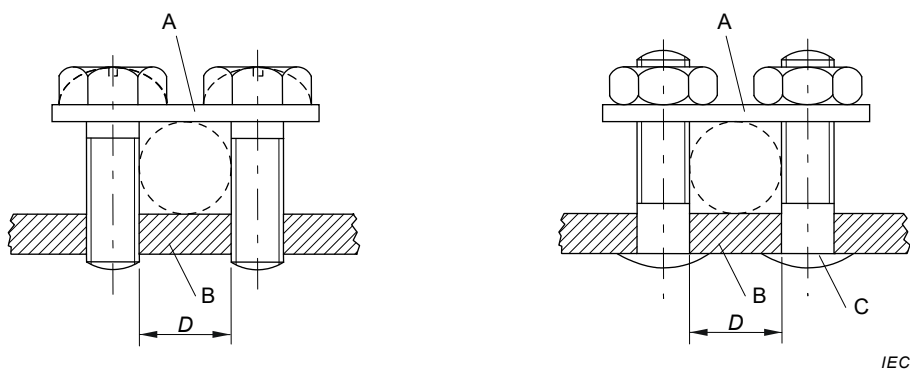
Figure F.1 – Examples of pillar terminals

**Figure F.2 – Examples of screw terminals****Key**

- 1 Optional
- A Fixed part
- B Washer or clamping plate
- C Anti-spread device
- D Conductor space
- E Stud

The part which retains the conductor in position may be of insulating material, provided the pressure necessary to clamp the conductor is not transmitted through the insulating material.

Figure F.3 – Examples of stud terminals

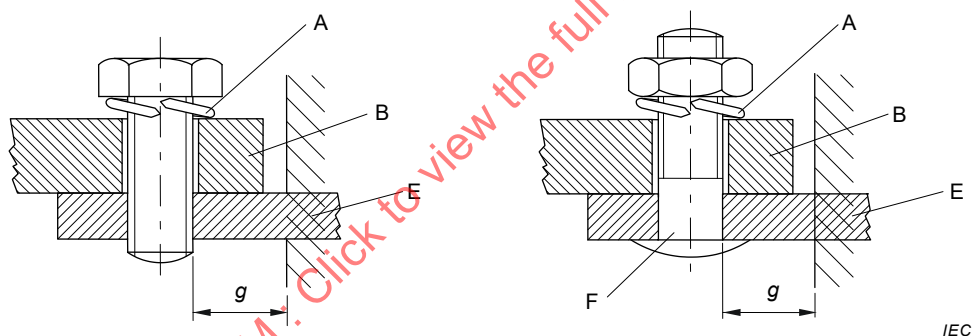


Key

- A Saddle
- B Fixed part
- C Stud
- D Conductor space

The two faces of the saddle may be of different shapes to accommodate conductors of either small or large cross-sectional area, by inverting the saddle. The terminals may have more than two clamping screws or studs.

Figure F.4 – Examples of saddle terminals



Key

- A Locking means
- B Cable lug or bar
- E Fixed part
- F Stud

For this type of terminal, a spring washer or equally effective locking means shall be provided and the surface within the clamping area shall be smooth. For certain types of equipment the use of lug terminals of sizes smaller than that required is allowed.

Figure F.5 – Examples of lug terminals

Annex G

(informative)

Correspondence between ISO and AWG copper conductors

Table G.1 – Correspondence between ISO and AWG copper conductors

ISO sizes mm ²	AWG	
	Size	Cross-sectional area mm ²
1,0	18	0,82
1,5	16	1,3
2,5	14	2,1
4,0	12	3,3
6,0	10	5,3
10,0	8	8,4
16,0	6	13,3
25,0	3	26,7
35,0	2	33,6
50,0	0	53,5

In general, ISO sizes apply.

Upon request of the manufacturer, AWG sizes may be used.

Annex H (informative)

SCPDs for short-circuit tests

H.1 Introductory remark

For the verification of the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD as given in Table 18, short-circuit tests have to be performed. The short-circuit tests shall be made by the use of a fuse or a silver wire using the test apparatus shown in Figure 10 or by the use of any other means producing the required I^2t and I_p values.

H.2 Silver wires

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD, in order to obtain reproducible test results, the SCPD, if any, may be a silver wire using the test apparatus shown in Figure 10.

For silver wires with at least 99,9 % purity, Table H.1 gives an indication of the diameters according to the rated current I_n and the short-circuit currents I_{nc} and $I_{\Delta c}$.

Table H.1 – Indication of silver wire diameters as a function of rated currents and short-circuit currents

I_{nc} and $I_{\Delta c}$	I_n A								
	≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
	Silver wire diameter ^a mm								
500	0,3	0,35	0,35	0,35					
1 000	0,3	0,35	0,4	0,5					
1 500	0,35	0,4	0,45	0,5	0,65	0,85			
3 000	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,8	0,95	1,05	1,15
4 500	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,8	0,9	1,05	1,15
6 000	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,75	0,9	0,95	1,0
10 000	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,7	0,85	0,9	0,95

^a The silver wire diameter values are essentially based on peak current (I_p) considerations (see Table 18).

The silver wire shall be inserted in the appropriate position of the test apparatus shown in Figure 10, horizontally and stretched. The silver wire shall be replaced after each test.

H.3 Fuses

For the purpose of verifying the minimum I^2t and I_p values to be withstood by the RDC-DD, in order to obtain reproducible test results, the SCPD, if any, may be a corresponding fuse.

The rating of the fuse shall not be smaller than the rating of the RDC-DD. Higher ratings of fuses may be used to obtain the I^2t and I_p values of Table 15.

Intermediate values can be achieved by adding fuses in parallel.

H.4 Other means

Other means may be used provided that the values of Table 15 are fulfilled.

Annex I (normative)

Particular requirements for RDC-DDs with screwless type terminals for external copper conductors

I.1 Scope

This annex applies to RDC-DDs within the scope of Clause 1, equipped with screwless terminals, for current not exceeding 20 A primarily suitable for connecting unprepared (see J.3.6) copper conductors of cross-section up to 4 mm².

NOTE 1 In AT, CZ, DE, DK, NL, NO and CH, the upper limit of current for the use of screwless terminals is 16 A.

In this annex, screwless terminals are referred to as "terminals" and copper conductors are referred to as "conductors".

NOTE 2 The numbering in this annex follows that of the main body of the text. Hence, the numbering is not necessarily continuous. Any content which is not explicitly mentioned applies without modification.

I.2 Normative references

Clause 2 applies.

I.3 Definitions

As a complement to Clause 3, the following definitions apply:

I.3.1 clamping units

parts of the terminal necessary for mechanical clamping and the electrical connection of the conductors including the parts that are necessary to ensure correct contact pressure

I.3.2 screwless-type terminal

terminal for the connection and subsequent disconnection obtained directly or indirectly by means of springs, wedges or the like

Note 1 to entry: Examples are given in Figure I.2.

I.3.3 universal terminal

terminal for the connection and disconnection of all types of conductors (rigid and flexible)

Note 1 to entry: In the following countries, only universal screwless type terminals are accepted: AT, BE, CN, DK, DE, ES, FR, IT, PT, and SE.

I.3.4 non-universal terminal

terminal for the connection and disconnection of a certain kind of conductor only (e.g. rigid-solid conductors only or rigid-[solid or stranded] conductors only)

I.3.5 push-wire terminal

non-universal terminal in which the connection is made by pushing in rigid (solid or stranded) conductors

I.3.6

unprepared conductor

conductor that has been cut and the insulation of which has been removed over a certain length for insertion into a terminal

Note 1 to entry: A conductor the shape of which is arranged for introduction into a terminal or of which the strands are twisted to consolidate the end, is considered to be an unprepared conductor.

Note 2 to entry: The term "unprepared conductor" means conductor not prepared by soldering of the wire, use of cable lugs, formation of eyelets, etc., but includes its reshaping before introduction into the terminal or, in the case of flexible conductor, by twisting it to consolidate the end.

I.4 Classification

Clause 4 applies.

I.5 Characteristics of RDC-DDs

Clause 5 applies.

I.6 Marking and other product information

In addition to Clause 6, the following requirements apply:

Universal terminals:

- no marking.

Non-universal terminals:

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

The markings should appear on the RDC-DD or, if the space available is not sufficient, on the smallest package unit or in technical information.

An appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before insertion of the conductor into the terminal shall be shown on the RDC-DD.

The manufacturer shall also provide information, in his literature, on the maximum number of conductors that may be clamped.

I.7 Standard conditions for operation in service and for installation

Clause 7 applies.

I.8 Requirements for construction and operation

I.8.1 General

Clause 8 applies, with the following modifications:

In 8.1.5, only 8.1.5.1, 8.1.5.2, 8.1.5.3, 8.1.5.6 and 8.1.5.7 apply.

Compliance is checked by inspection and by the tests of I.9.1 and I.9.2 of this annex, instead of 9.4 and 9.5.

In addition, the requirements of I.8.2 to I.8.7 apply.

I.8.2 Connection or disconnection of conductors

The connection or disconnection of conductors shall be made

- by the use of a general purpose tool or by a convenient device integral with the terminal to open it and to assist the insertion or the withdrawal of the conductors (e.g. for universal terminals);

or, for rigid conductors

- by simple insertion. For the disconnection of the conductors an operation other than a pull on the conductor shall be necessary (e.g. for push-wire terminals).

Universal terminals shall accept rigid (solid or stranded) and flexible unprepared conductors.

Non-universal terminals shall accept the types of conductors declared by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection and by the tests of I.9.2 and I.9.3.

I.8.3 Dimensions of connectable conductors

The dimensions of connectable conductors are given in Table I.1.

The ability to connect these conductors shall be checked by inspection and by the tests of I.9.2 and I.9.3.

Table I.1 – Connectable conductors

Connectable conductors and their theoretical diameter									
Metric					AWG				
Rigid		Flexible			Rigid			Flexible	
	Solid	Stranded				Solid ^{a)}	Class B stranded ^{a)}		Classes I, K, M, stranded ^{b)}
mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	gauge	Ø mm	Ø mm	gauge	Ø mm
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,02	1,16	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,29	1,46	16	1,60
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3	14	1,63	1,84	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9	12	2,05	2,32	12	2,70
NOTE Diameters of the largest rigid and flexible conductors are based on Table C.1 of IEC 60228:2004, and, for AWG conductors, on ASTM B 172-71, and ICEA publications S-19-81, S-66-524 and S-68-516.									
^{a)} Nominal diameter + 5 %.									
^{b)} Largest diameter + 5 % for any of the three classes I, K and M.									

I.8.4 Connectable cross-sectional areas

The nominal cross-sections to be clamped are defined in Table I.2.

Table I.2 – Cross-sections of copper conductors connectable to screwless-type terminals

Rated current A	Nominal cross-sections to be clamped mm ²
Up to and including 13	1 up to and including 2,5
Above 13 up to and including 20	1,5 up to and including 4

Compliance is checked by inspection and by the tests of I.9.2 and I.9.3.

I.8.5 Insertion and disconnection of conductors

The insertion and disconnection of the conductors shall be made in accordance with the manufacturer's instructions.

Compliance is checked by inspection.

I.8.6 Design and construction of terminals

Terminals shall be so designed and constructed that:

- each conductor is clamped individually;
- during the operation of connection or disconnection the conductors can be connected or disconnected either at the same time or separately;
- inadequate insertion of the conductor is avoided.

It shall be possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum provided for.

Compliance is checked by inspection and by the tests of I.9.1 and I.9.3.

I.8.7 Resistance to ageing

The terminals shall be resistant to ageing.

Compliance is checked by the test of I.9.4.

I.9 Tests

I.9.1 General

Clause 9 applies, by replacing 9.4 and 9.5 by the tests in I.9.2, I.9.3 and I.9.4.

I.9.2 Test of reliability of screwless terminals

I.9.2.1 Reliability of screwless system

The test is carried out on three terminals of poles of new samples, with copper conductors of the rated cross sectional area in accordance with Table I.2. The types of conductors shall be in accordance with I.8.2.

The connection and subsequent disconnection shall be made five times with the smallest diameter conductor and successively five times with the largest diameter conductor.

New conductors shall be used each time, except for the fifth time, when the conductor used for the fourth insertion is clamped at the same place. Before insertion into the terminal, wires of stranded rigid conductors shall be re-shaped and wires of flexible conductors shall be twisted to consolidate the ends.

For each insertion, the conductors are either pushed as far as possible into the terminal or shall be inserted so that adequate connection is obvious.

After each insertion, the conductor being inserted is rotated 90° along its axis at the level of the clamped section and subsequently disconnected.

After these tests, the terminal shall not be damaged in such a way as to impair its further use.

I.9.2.2 Test of reliability of connection

Three terminals of poles of new samples are fitted with new copper conductors of the type and of the rated cross sectional area according to Table I.2.

The types of conductors shall be in accordance with I.8.2.

Before insertion into the terminal, wires of stranded rigid conductors and flexible conductors shall be reshaped and wires of flexible conductors shall be twisted to consolidate the ends.

It shall be possible to fit the conductor into the terminal without undue force in the case of universal terminals and with the force necessary by hand in the case of push-wire terminals.

The conductor is either pushed as far as possible into the terminal or shall be inserted so that adequate connection is obvious.

After the test, no wire of the conductor shall have escaped outside the terminal.

I.9.3 Tests of reliability of terminals for external conductors: mechanical strength

For the pull-out test, three terminals of poles of new samples are fitted with new conductors of the type and of the minimum and maximum cross-sectional areas according to Table I.2.

Before insertion into the terminal, wires of stranded rigid conductors and flexible conductors shall be reshaped and wires of flexible conductors shall be twisted to consolidate the ends.

Each conductor is then subjected to a pull force of the value shown in Table I.3. The pull is applied without jerks for 1 min in the direction of the axis of the conductor.

Table I.3 – Pull forces

Cross-sectional area mm ²	Pull force N
1,0	35
1,5	40
2,5	50
4,0	60

During the test, the conductor shall not slip out of the terminal.

I.9.4 Cycling test

The test is carried out with new copper conductors having cross section according to Table 10.

The test is carried out on new samples (a sample is one pole), the number of which is defined below, according to the type of terminals:

- universal terminals for rigid (solid and stranded) and flexible conductors: 3 samples each (6 samples in total);
- non-universal terminals for solid conductors only: 3 samples;
- non-universal for rigid (solid and stranded) conductors: 3 samples each (6 samples); in the case of rigid conductors, solid conductors should be used (if solid conductors are not available in a given country, stranded conductors may be used);
- non-universal for flexible conductors only: 3 samples.

A conductor having the cross section defined in Table 10 is connected in series as in normal use to each of the three samples as defined on Figure J.1.

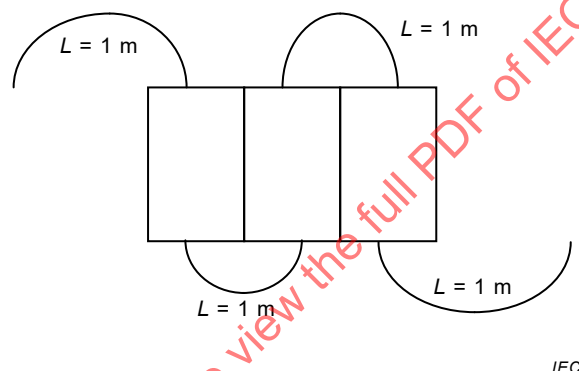


Figure I.1 – Connecting samples

The sample is provided with a hole (or equivalent) in order to measure the voltage drop on the terminal.

The whole test arrangement, including the conductors, is placed in a heating cabinet which is initially kept at a temperature of $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

To avoid any movement of the test arrangement until all the following voltage drop tests have been completed, it is recommended that the poles are fixed on a common support.

Except during the cooling period, a test current corresponding to the rated current of the circuit breaker is applied to the circuit.

The samples shall be then subjected to 192 temperature cycles, each cycle having a duration of approximately 1 h, as follows:

The air temperature in the cabinet is raised to $40 ^\circ\text{C}$ in approximately 20 min. It is maintained within $\pm 5 ^\circ\text{C}$ of this value for approximately 10 min.

The samples are then allowed to cool down in approximately 20 min to a temperature of approximately $30 ^\circ\text{C}$, forced cooling being allowed. They are kept at this temperature for approximately 10 min and, if necessary for measuring the voltage drop, allowed to cool down further, to a temperature of $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

The maximum voltage drop, measured at each terminal, at the end of the 192nd cycle, with the rated current shall not exceed the smaller of the two following values:

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

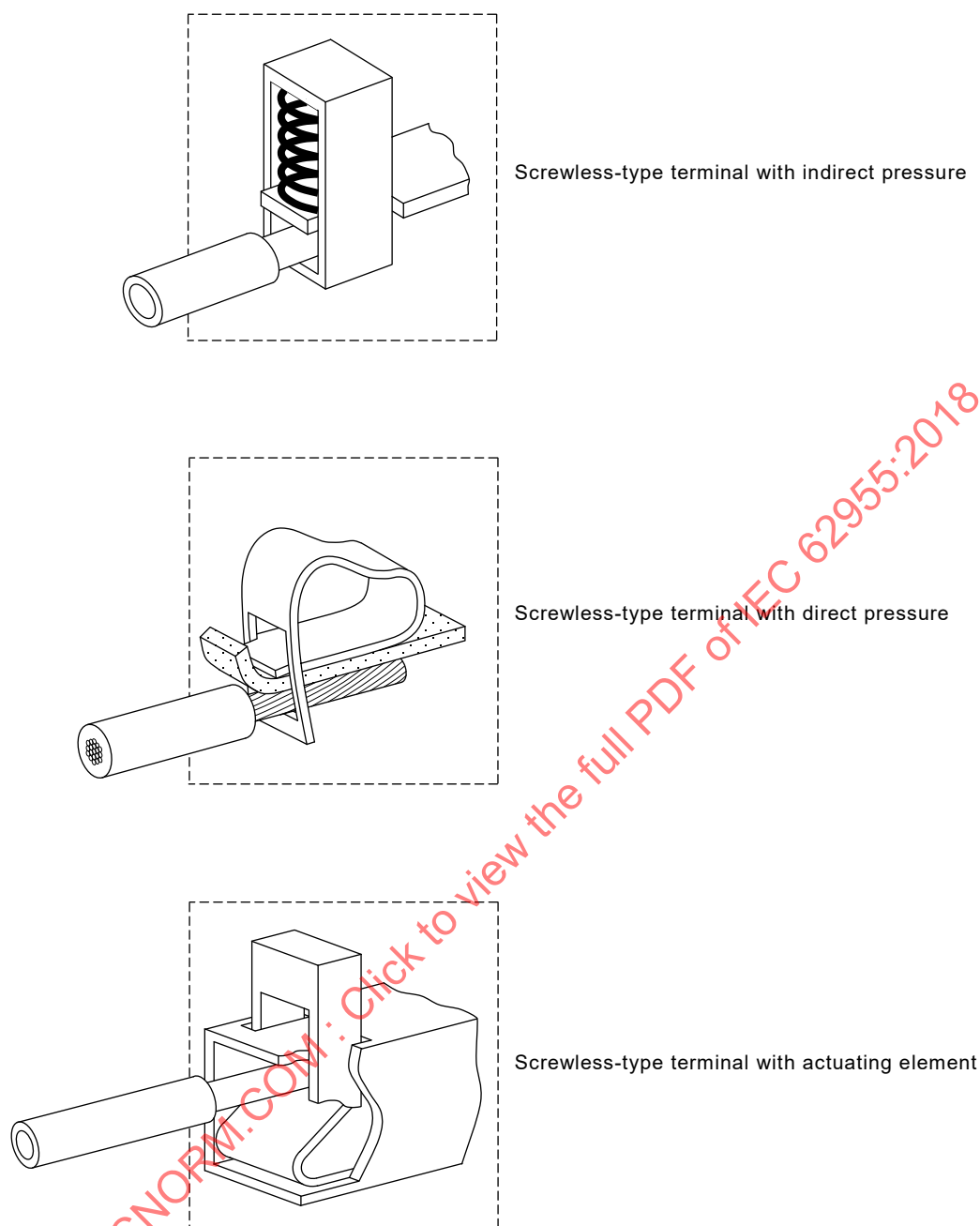
The measurement shall be made as near as possible to the area of contact on the terminal.

If the measuring points cannot be positioned closely to the point of contact, the voltage drop within the part of the conductor between the ideal and the actual measuring points shall be deducted from the voltage drop measured.

The temperature in the heating cabinet shall be measured at a distance of at least 50 mm from the samples.

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

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018



IEC

Figure I.2 – Examples of screwless-type terminals

I.10 Reference documents

IEC 60228:2004, *Conductors of insulated cables*

IEC 60998-1, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60998-2-2, *Connecting devices for low-voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units*

IEC 60999 (all parts), *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units*

ASTM B172-01a, *Standard Specification for Rope-Lay-Stranded Copper Conductors Having Bunch-Stranded Members, for Electrical Conductors*

ICEA S-19-81 / NEMA WC3, *Rubber-Insulated Wire and Cable*

ICEA S-66-524 / NEMA WC7, *Cross-Linked-Thermosetting-Polyethylene Insulated Wire and Cable*²

ICEA S-68-516 / NEMA WC8, *Ethylene-Propylene-Rubber Insulated Wire and Cable*²

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Annex J (normative)

Particular requirements for RDC-DDs with flat quick-connect terminations

J.1 Scope

This annex applies to RDC-DDs within the scope of Clause 1, equipped with flat quick-connect terminations consisting of a male tab (see J.3.2) with nominal width 6,3 mm and thickness 0,8 mm, to be used with a mating female connector for connecting electrical copper conductors according to the manufacturer's instructions, for rated currents up to and including 16 A.

NOTE 1 The use of RDC-DDs with flat quick-connect terminations for rated currents up to and including 20 A is accepted in BE, FR, IT, ES, PT and US.

The connectable electrical copper conductors are flexible, having a cross-sectional area up to and including 4 mm², or rigid stranded, having a cross-sectional area up to and including 2,5 mm² (AWG equal to or greater than 12).

This annex applies exclusively to RDC-DDs having male tabs as an integral part of the device.

NOTE 2 The numbering in this annex follows that of the main body of the text. Hence, the numbering is not necessarily continuous. Any content which is not explicitly mentioned applies without modification.

J.2 Normative references

As a complement to Clause 2, the following normative reference applies:

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

J.3 Definitions

As a complement to Clause 3, the following definitions apply:

J.3.1

flat quick-connect termination

electrical connection consisting of a male tab and a female connector which can be pushed into and withdrawn with or without the use of a tool

J.3.2

male tab

portion of a quick-connect termination which receives the female connector

J.3.3

female connector

portion of a quick-connect termination which is pushed onto the male tab

J.3.4

detent

dimple (depression) or hole in the male tab which engages a raised portion on the female connector to provide a latch for the mating parts

J.4 Classification

Clause 4 applies.

J.5 Characteristics of RDC-DDs

Clause 5 applies.

J.6 Marking and other product information

The whole of Clause 6 applies, with the following addition after the lettered item k):

The following information regarding the female connector according to IEC 61210 and the type of conductor to be used shall be given in the manufacturers' instructions:

- l) manufacturer's name or trade mark;
- m) type reference;
- n) information on cross-sections of conductors and colour code of insulated female connectors (see Table J.1);
- o) the use of only silver or tin-plated copper alloys.

Table J.1 – Informative table on colour code of female connectors in relationship with the cross section of the conductor

Cross-section of the conductor mm ²	Colour code of the female connector
1	Red
1,5	Red or blue
2,5	Blue or yellow
4	Yellow

J.7 Standard conditions for operation in service and for installation

Clause 7 applies.

J.8 Requirements for construction and operation

J.8.1 General

Clause 8 applies, with the following exceptions:

Replace the contents of 8.1.3 with the text in J.8.2.

J.8.2 Clearances and creepage distances (see Annex B)

Subclause 8.1.3 applies, the female connectors being fitted to the male tabs of the RDC-DD.

Replace the contents of 8.1.5 by the following text:

J.8.3 Terminals for external conductors

J.8.3.1 Male tabs and female connectors shall be of a metal having mechanical strength, electrical conductivity and resistance to corrosion adequate for their intended use.

NOTE Silver or tin plated copper alloys are examples of suitable solutions.

J.8.3.2 The nominal width of the male tab is 6,3 mm and the thickness 0,8 mm, applicable to rated currents up to and including 16 A.

NOTE The use for rated currents up to and including 20 A is accepted in BE, FR, IT, PT, ES and US.

The dimensions of the male tab shall comply with those specified in Table J.3 and in Figures J.2, J.3, J.4 and J.5, where the dimensions A, B, C, D, E, F, J, M, N and Q are mandatory.

The dimensions of the female connector which may be fitted-on are given in Figure J.6 and in Table J.4.

The shapes of the various parts can deviate from those given in the figures, provided that the specified dimensions are not influenced and the test requirements are complied with (for example corrugated tabs, folded tabs, etc).

Compliance is checked by inspection and by measurement.

J.8.3.3 Male tabs shall be securely retained.

Compliance is checked by the mechanical overload test of J.9.2.

J.9 Tests

J.9.1 General

Clause 9 applies, with the following modifications:

Replace the contents of 9.5 by the following text:

J.9.2 Mechanical overload-force

This test is done on 10 terminals of RDC-DDs, mounted as in normal use when wiring takes place.

The axial push force and, successively, the axial pull force specified in Table J.2 are gradually applied to the male tab integrated in the RDC-DD, once only with a suitable test apparatus.

Table J.2 – Overload test forces

Push N	Pull N
96	88

No damage which could impair further use shall occur to the tab or to the RDC-DD in which the tab is integrated.

Add the following to 9.8.3:

Thermocouple

IEC

Figure J.1 – Example of position of the thermocouple for measurement of the temperature-rise

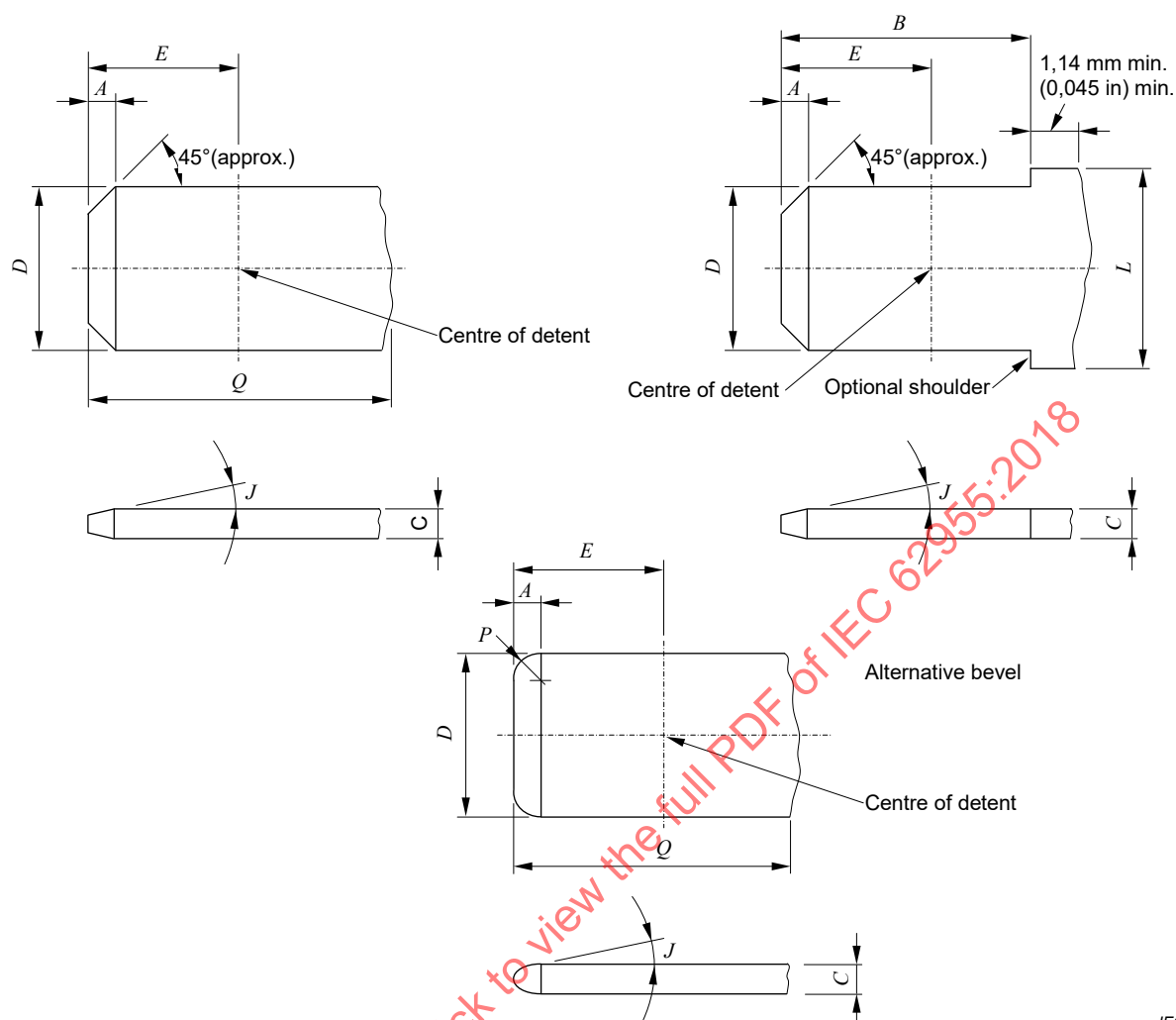
Table J.3 – Dimensions of tabs

Dimensions in millimetres

Nominal size		<i>A</i>	<i>B</i> min	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>J</i>	<i>M</i>	<i>N</i>	<i>P</i>	<i>Q</i> min
6,3 × 0,8	Dimple	1,0		0,84	6,40	4,1	2,0	12°	2,5	2,0	1,8	
		0,7	7,8	0,77	6,20	3,6	1,6	8°	2,2	1,8	0,7	8,9
	Hole	1,0		0,84	6,40	4,7	2,0	12 °			1,8	
		0,5	7,8	0,77	6,20	4,3	1,6	8°			0,7	8,9

NOTE 1 For the dimensions *A* to *Q*, refer to Figures K.2 to K.5.

NOTE 2 Where two values are shown in one column, they give the maximum and the minimum dimension.



IEC

Bevel A of 45° need not be a straight line if it is within the confines shown.

Dimension L is not specified and can vary by the application (for example fixing).

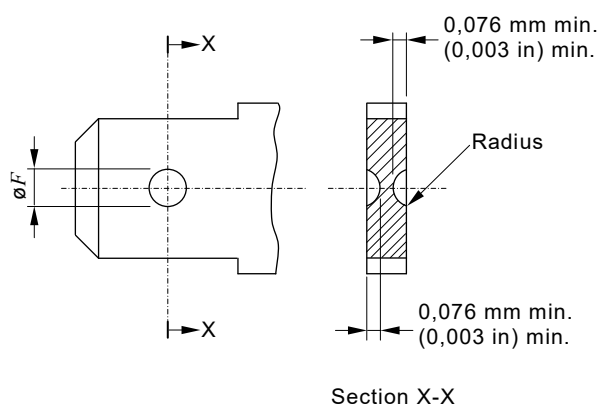
Dimension C of tabs can be produced from more than one layer of material provided that the resulting tab complies in all respects with the requirements of this standard. A radius on the longitudinal edge of the tab is permissible.

The sketches are not intended to govern the design except with regard to the dimensions shown.

The thickness C of the male tab may vary beyond Q or beyond $B + 1,14 \text{ mm}$ (0,045 in).

All portions of the tabs are flat and free of burrs or raised plateaus, except that there may be a raised plateau over the stock thickness of $0,025 \text{ mm}$ (0,001 in) per side, in an area defined by a line surrounding the detent and distant from it by $1,3 \text{ mm}$ (0,051 in).

Figure J.2 – Dimensions of male tabs

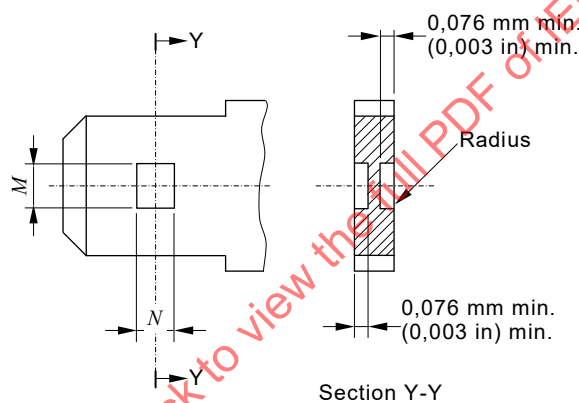


IEC

Detent shall be located within 0,076 mm (0,003 in) of the centre-line of the tab.

See Figure J.2.

Figure J.3 – Dimensions of round dimple detents

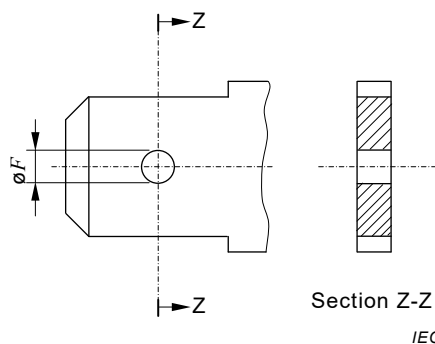


IEC

Detent shall be located within 0,13 mm (0,005 in) of the centre-line of the tab.

See Figure J.2.

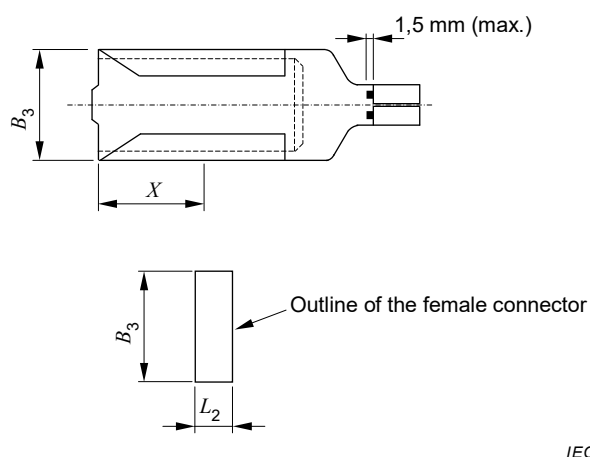
Figure J.4 – Dimensions of rectangular dimple detents



IEC

Detent shall be located within 0,076 mm (0,003 in) of the centre-line of the tab.

Figure J.5 – Dimensions of hole detents



Dimensions B_3 and L_2 are mandatory.

For determining female connector dimensions varying from B_3 and L_2 , it is necessary to refer to the tab dimensions in order to ensure that in the most onerous conditions the engagement (and detent, if fitted) between tab and female connector is correct.

If a detent is provided, the dimension X is at manufacturer's discretion in order to meet the requirements of the performance clauses.

Female connectors should be so designed that undue insertion of the conductor into the crimping area is visible or prevented by a stop in order to avoid any interference between the conductor and a fully inserted tab.

The sketches are not intended to govern the design, except as regards the dimensions shown.

Figure J.6 – Dimensions of female connectors

Table J.4 – Dimensions of female connectors

Tab size mm	Dimensions of female connector mm	
	B_3 max.	L_2 max.
6,3 × 0,8	7,80	3,50

J.10 Reference documents

IEC 61210, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

Annex K (normative)

Specific requirements for RDC-DDs with screw-type terminals for external untreated aluminium conductors and with aluminium screw-type terminals for use with copper or with aluminium conductors

K.1 Scope

This annex applies to RDC-DDs within the scope of this document, equipped with screw-type terminals of copper – or of alloys containing at least 58 % of copper (if worked cold) or at least 50 % of copper (if worked otherwise), or of other metal or suitably coated metal, no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable – for use with untreated aluminium conductors, or with screw-type terminals of aluminium material for use with copper or aluminium conductors.

In this annex, copper-clad and nickel-clad aluminium conductors are considered as aluminium conductors.

NOTE 1 In AT, AU and DE, the use of aluminium screw-type terminals for use with copper conductors is not allowed.

- In AT, CH and DE, terminals for aluminium conductors only are not allowed.
- In ES, the use of aluminium conductors is not allowed for final circuits in household and similar installations e.g. offices, shops.
- In DK, the minimum cross-sectional area for aluminium conductors is 16 mm².

NOTE 2 The numbering in this annex follows that of the main body of the text. Hence, the numbering is not necessarily continuous. Any content which is not explicitly mentioned applies without modification.

K.2 Normative references

Clause 2 applies with the following addition:

IEC 61545:1996, *Connecting devices – Devices for the connection of aluminium conductors in clamping units of any material and copper conductors in aluminium bodied clamping units*

K.3 Definitions

As a complement to Clause 3, the following additional definitions apply for the purpose of this annex.

K.3.1 treated conductor

contact area of a conductor that has had its oxide layer on the outside strands scraped away and/or has had a compound added to improve connectability and/or prevent corrosion

K.3.2 untreated/unprepared conductor

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

Note 1 to entry: A conductor, the shape of which is arranged for introduction into a terminal or the strands of which are twisted to consolidate the end, is considered to be an unprepared conductor.

K.3.3**equalizer**

arrangement used in the test loop to ensure an equipotentiality point and uniform current density in a stranded conductor, without adversely affecting the temperature of the conductor(s)

K.3.4**reference conductor**

continuous length of the same type and size conductor as that used in the terminal unit under test and connected in the same series circuit; it enables the reference temperature and, if required, reference resistance to be determined

K.3.5**stability factor**

Sf

measure of temperature stability of a terminal unit during the current cycling test

K.4 Classification

Clause 4 applies.

K.5 Characteristics of RDC-DDs

Clause 5 applies.

K.6 Marking and other product information

In addition to Clause 6, the following requirements apply:

The terminal marking defined in Table K.1 shall be marked on the RDC-DD, near the terminals.

The other information concerning the number of conductors, the screw torque values (if different from Table 11) and the cross-sections shall be indicated on the RDC-DD.

Table K.1 – Marking for terminals

Conductor types accepted	Marking
Copper only	None
Aluminium only	Al
Aluminium and copper	Al/Cu

The manufacturer shall state in his catalogue that, for the clamping of an aluminium conductor, the tightening torque shall be applied with appropriate means.

K.7 Standard conditions for operation in service and for installation

Clause 7 applies.

K.8 Requirements for construction and operation

Clause 8 applies, with the following exceptions:

Add the following text at the end of 8.1.5.2:

For the connection of aluminium conductors, RDC-DDs shall be provided with screw-type terminals allowing the connection of conductors having nominal cross-sections as shown in Table K.2.

Terminals for the connection of aluminium conductors and terminals of aluminium for the connection of copper or aluminium conductors shall have mechanical strength adequate to withstand the tests of 9.4, with the test conductors tightened with the torque indicated in Table 11, or with the torque specified by the manufacturer, which shall never be lower than that specified in Table 11.

Table K.2 – Connectable cross-sections of aluminium conductors for screw-type terminals

Rated current ^{a)} A	Range of nominal cross-sections ^{b)} to be clamped mm ²
Up to and including 13	1 to 4
Above 13 up to and including 16	1 to 6
Above 16 up to and including 25	1,5 to 10
Above 25 up to and including 32	2,5 to 16
Above 32 up to and including 50	4 to 25
Above 50 up to and including 80	10 to 35
Above 80 up to and including 100	16 to 50
Above 100 up to and including 125	25 to 70
^{a)} It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors; the use of flexible conductors is permitted. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections from 1 mm ² up to 10 mm ² be designed to clamp solid conductors only.	
^{b)} Maximum wire sizes of Table 5, increased according to Table D.2 of IEC 61545:1996.	

Compliance is checked by inspection, by measurement and by fitting in turn one conductor of the smallest and one of the largest cross-section areas as specified.

8.1.5.4

Replace the text of 8.1.5.4 by the following:

Terminals shall allow the conductors to be connected without special preparation.

Compliance is checked by inspection and the tests of K.9.

K.9 Tests

K.9.1 General

Clause 9 applies, with the following modifications/additions:

For the tests which are influenced by the material of the terminal and the type of conductor that can be connected, the test conditions of Table K.3 are applied.

Additionally, the test of K.9.2 is carried out on terminals separated from the RDC-DD.

Table K.3 – List of tests according to the material of conductors and terminals

Material of terminals	Material according to 8.1.4.4 a)	Al a)	
Material of conductor (Table K.1)	Al Use Tables K.2 and K.5	Cu Use Tables 6 and 10	Al Use Tables K.2 and K.5
9.4 Reliability of screws	Use Tables K.2, K.5 and 11	Use Tables 6, 10 and 11	Use Tables K.2, K.5 and 11
9.5.2 Pull-out test b)	Use Tables K.2, K.5 and 11	Use Tables 6, 10 and 11	Use Tables K.2, K.5 and 11
9.5.3 Damage of the conductor	Use Tables K.2, K.5 and 11	Use Tables 6, 10 and 11	Use Tables K.2, K.5 and 11
9.5.4 Insertion of the conductor	Use Table K.4	Use Table 13	Use Table K.4
9.8 Temperature rise	Use Table K.5	Use Table 10	Use Table K.5
9.19 Verification of reliability	Use Table K.5	Use Table 10	Use Table K.5
K.9.3 Cycling test	Use Table 11	Use Table 11	Use Table 11

a) Use test sequences A and B and number of samples defined in Annex C. For RDC-DDs which are able to be connected to Al or Cu conductors, the test sequences and number of samples have to be doubled (one for the Cu conductor and one for the Al conductor).

b) For the pull-out test in 9.5.2, the value for 70 mm² wire is under consideration.

Table K.4 – Connectable conductors and their theoretical diameters

Metric					AWG				
Rigid			Flexible (copper only)		Rigid			Flexible (copper only)	
S	Solid	Stranded	S			Solid ^{a)}	Class B stranded ^{a)}		Classes ^{b)} I, K, M stranded
mm ²	Ø mm	Ø mm	mm ²	Ø mm	Gauge	Ø mm	Ø mm	Gauge	mm
1,0	1,2	1,4	1,0	1,5	18	1,07	1,23	18	1,28
1,5	1,5	1,7	1,5	1,8	16	1,35	1,55	16	1,50
2,5	1,9	2,2	2,5	2,3 ^{c)}	14	1,71	1,95	14	2,08
4,0	2,4	2,7	4,0	2,9 ^{c)}	12	2,15	2,45	12	2,70
6,0	2,9	3,3	4,0	2,9 ^{c)}	10	2,72	3,09		
10,0	3,7	4,2	6,0	3,9	8	3,43	3,89	10	3,36
16,0	4,6	5,3	10,0	5,1	6	4,32	4,91	8	4,32
25,0		6,6	16,0	6,3	4	5,45	6,18	6	5,73
35,0		7,9	25,0	7,8	2	6,87	7,78	4	7,25
					1	7,72	8,85		
50,0		9,1	35	9,2	0	8,51	9,64		12,08
70,0		12,0	50	12	0	9,266	10,64		

NOTE: Diameters of the largest rigid and flexible conductors are based on IEC 60228:2004, Table 1 and, for AWG conductors, on ASTM B 172-71, ICEA S-19-81, ICEA S-66-524, ICEA S-68-516.

^{a)} Nominal diameter + 5 %.

^{b)} Largest diameter + 5 % for any of the three classes I, K, M.

^{c)} Dimensions for class 5 flexible conductors only, according to IEC 60228.

K.9.2 Test conditions

Subclause 9.1 applies, except that the Al conductors to be connected are taken from Table K.5.

Table K.5 – Cross sections (S) of aluminium test conductors corresponding to the rated currents

S mm ²	I_n A
1,5	$I_n \leq 6$
2,5	$6 < I_n \leq 13$
4	$13 < I_n \leq 20$
6	$20 < I_n \leq 25$
10	$25 < I_n \leq 32$
16	$32 < I_n \leq 50$
25	$50 < I_n \leq 63$
35	$63 < I_n \leq 80$
50	$80 < I_n \leq 100$
70	$100 < I_n \leq 125$

K.9.3 Current cycling test

K.9.3.1 General

This test verifies the stability of the screw-type terminal by comparing the temperature performance with that of the reference conductor under accelerated cycling conditions.

This test is carried out on separate terminals.

K.9.3.2 Preparation

The test is performed on four specimens, each one made by a couple of terminals, assembled in a manner which represents the use of the terminals in the RDC-DD (see examples shown in Figure K.1 and its details in Figures K.2, K.3, K.4, K.5, and K.6). The screw-type terminals which have been removed from the product shall be attached to the conducting parts of the same cross-section, shape, metal and finish as that on which they are mounted on the product. The screw-type terminals shall be fixed to the conducting parts in the same manner (position, torque, etc.) as on the product. If one specimen fails during the test, four other specimens shall be tested and no other failures are admitted.

K.9.3.3 Test arrangement

The general arrangement of the samples shall be as shown in Figure K.1.

Ninety per cent of the value of torque stated by the manufacturer or, if not stated, selected in Table 11 shall be used for the test specimens.

The test is carried out with conductors according to Table K.5. The length of the test conductor from the point of entry to the screw-type terminal specimens to the equalizer (see K.3.3) shall be as in Table K.6.

Table K.6 – Test conductor length

Conductor cross section	Conductor wire size	Minimum conductor length
mm ²	AWG	mm
$S \leq 10,0$	≤ 8	200
$16,0 \leq S \leq 25,0$	6 to 3	300
$35,0 \leq S \leq 70,0$	2 to 00	460

Test conductors are connected in series with a reference conductor of the same cross-section.

The length of the reference conductor shall be approximately at least twice the length of the test conductor.

Each free end of the test and reference conductor(s) not connected to a screw-type terminal specimen shall be welded or brazed to a short length of an equalizer of the same material as the conductor and of cross section not greater than that given in Table K.7. All strands of the conductor shall be welded or brazed to make an electrical connection with the equalizer.

Tool-applied compression type terminations without welding may be used for the equalizer if acceptable to the manufacturer and if the same performance is provided.

Table K.7 – Equalizer and busbar dimensions

Range of test current A	Maximum cross section mm ²	
	Al	Cu
0 to 50	45	45
51 to 125	105	85
126 to 225	185	155

The separation between the test and reference conductors shall be at least 150 mm.

The test specimen shall be suspended either horizontally or vertically in free air by supporting the equalizer or busbar by non-conductive supports so as not to subject the screw-type terminal to a tensile load. Thermal barriers shall be installed midway between the conductors which shall extend $25 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ widthways and $150 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ lengthways beyond the screw-type terminals (see Figure K.1). Thermal barriers are not required provided the specimens are separated by at least 450 mm. The specimens shall be located at least 600 mm from the floor, wall or ceiling.

The test specimens shall be located in a substantially vibration-free and draught-free environment and at an ambient temperature between $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ and $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Once the test is started, the maximum permissible variation is $\pm 1 \text{ K}$ provided the range limitation is not exceeded.

K.9.3.4 Temperature measurement

Temperature measurements are made by means of thermocouples, using a wire having a cross-section of not more than $0,07 \text{ mm}^2$ (approximately 30 AWG).

For screw-type terminals, the thermocouple shall be located on the conductor entry side of the screw-type terminal, close to the contact interface.

For the reference conductor, the thermocouples shall be located midway between the ends of the conductor, and under its insulation.

Positioning of the thermocouples shall not damage the screw-type terminal or the reference conductor.

NOTE 1 Drilling of a small hole and subsequent fastening of the thermocouple is an acceptable method, provided that the performance is not affected and that it is agreed by the manufacturer.

The ambient temperature shall be measured with two thermocouples in such a manner as to achieve an average and stable reading in the vicinity of the test loop without undue external influence. The thermocouples shall be located in a horizontal plane intersecting the specimens, at a minimum distance of 600 mm from them.

NOTE 2 A satisfactory method for achieving a stable measurement is, for example, to attach the thermocouple to unplated copper plates approximately 50 mm × 50 mm, having a thickness between 6 mm and 10 mm.

K.9.3.5 Test method and acceptance criteria

NOTE 1 Evaluation of performance is based on both the limit of screw-type terminal temperature rise and the temperature variation during the test.

The test loop shall be subjected to 500 cycles of 1 h current-on and 1 h current-off, starting at an DC current equal to 1,12 times the test current value determined in Table K.8. Near the end of each current-on period of the first 24 cycles, the current shall subsequently be adjusted to raise the temperature of the reference conductor to 75 °C.

At the 25th cycle the test current shall be adjusted for the last time and the stable temperature shall be recorded as the first measurement. There shall be no further adjustment of the test current for the remainder of the test.

Temperatures shall be recorded for at least one cycle of each working day, and after approximately 25, 50, 75, 100, 125, 175, 225, 275, 350, 425, and 500 cycles.

The temperature shall be measured during the last 5 min of the current-on time. If the size of the set of test specimens or the speed of the data acquisition system is such that not all measurements can be completed within 5 min, the current-on time shall be extended as necessary to complete such measurements.

After the first 25 cycles, the current-off time may be reduced to a time 5 min longer than the time necessary for all terminal assemblies to cool down to a temperature between ambient temperature T_a and $T_a + 5$ K during the current-off period. Forced-air cooling may be employed to reduce the off time, if acceptable to the manufacturer. In that case, it shall be applied to the entire test loop and the resulting temperature of the forced air shall not be lower than the ambient air temperature.

The stability factor S_f for each of the 11 temperature measurements is to be determined by subtracting the average temperature deviation D from the 11 values of the temperature deviation d .

The temperature deviation d for the 11 individual temperature measurements is obtained by subtracting the associated reference conductor temperature from the screw-type terminal temperature.

NOTE 2 The value of d is positive if the screw-type temperature is higher than that of the reference conductor and negative if it is lower.

For each screw-type terminal

- the temperature rise shall not exceed 110 K;
- the stability factor Sf shall not exceed ± 10 °C.

An example of calculation for one screw-type terminal is given in Table K.9.

Table K.8 – Test current as a function of rated current

Metric sizes			AWG		
Rated current	Al conductor size	Test current	Rated current	Al conductor size	Test Current
A	mm ²	A	A	N°	A
$0 \leq I_n \leq 15$	2,5	26	$0 < I_n \leq 15$	12	30
$15 < I_n \leq 20$	4	35	$15 < I_n \leq 25$	10	40
$20 < I_n \leq 25$	6	46	$25 < I_n \leq 40$	8	53
$25 < I_n \leq 32$	10	60	$40 < I_n \leq 50$	6	69
$32 < I_n \leq 50$	16	79	$50 < I_n \leq 65$	4	99
$50 < I_n \leq 65$	25	99	$65 < I_n \leq 75$	3	110
$65 < I_n \leq 80$	35	137	$75 < I_n \leq 90$	2	123
$80 < I_n \leq 100$	50	171	$90 < I_n \leq 100$	1	152
$100 < I_n \leq 125$	70	190	$100 < I_n \leq 120$	0	190

Table K.9 – Example of calculation for determining the average temperature deviation D

Temperature measurement	Cycle number	Temperatures		Temperature deviation $d = a - b$	Stability factor $Sf = d - D$
		Screw-type terminal <i>a</i>	Reference conductor <i>b</i>		
		°C	°C	K	K
1	25	79	78	1	0,18
2	50	80	77	3	2,18
3	75	78	78	0	-0,82
4	100	76	77	-1	-1,82
5	125	77	77	0	-0,82
6	175	78	77	1	0,18
7	225	79	76	3	2,18
8	275	78	76	2	1,18
9	350	77	78	-1	-1,82
10	425	77	79	-2	-2,82
11	500	81	78	3	2,18

Average temperature deviation $D = \frac{\sum d}{\text{number of measurements}} = \frac{9}{11} = 0,82$

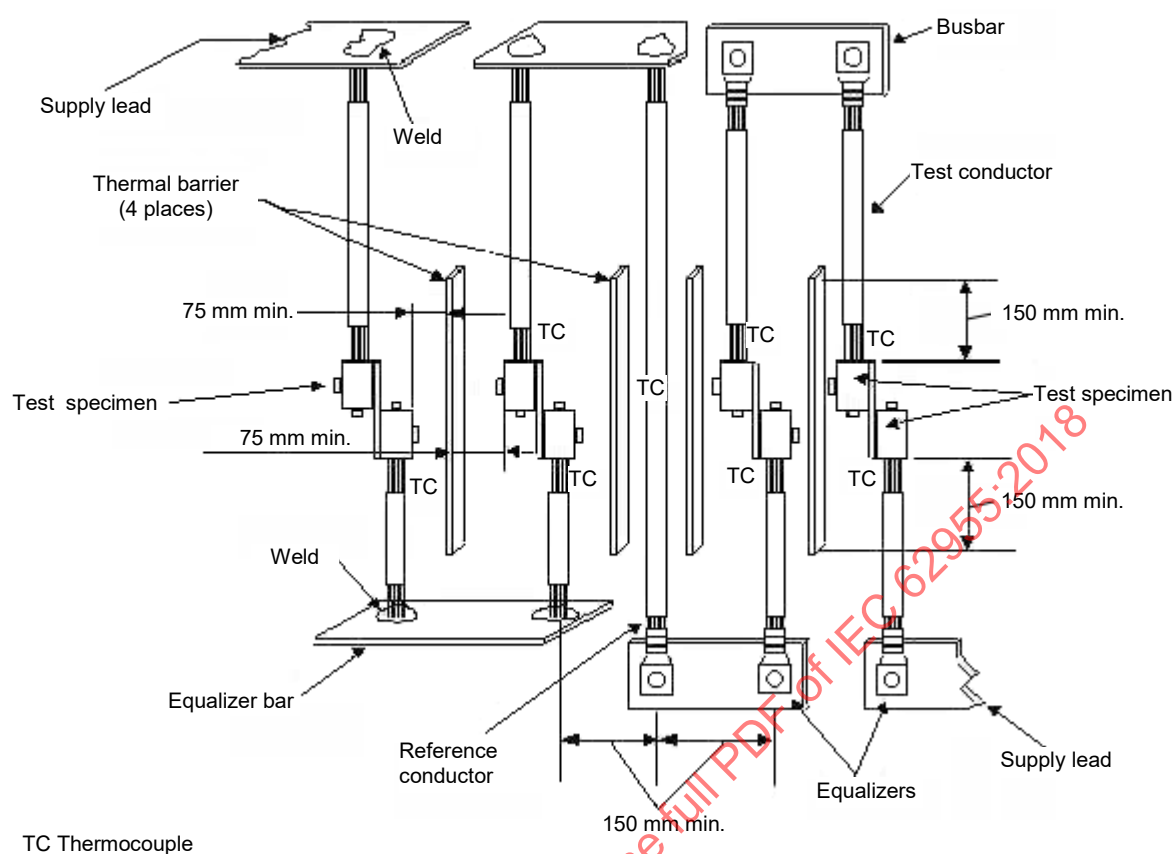
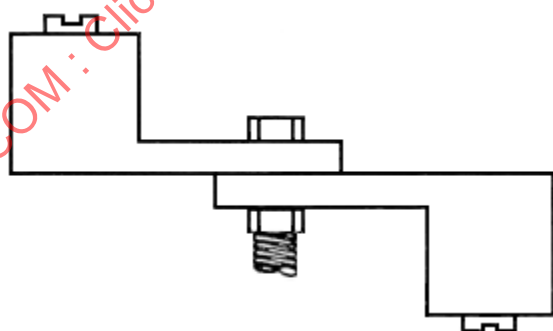


Figure K.1 – General arrangement for the test



IEC

The conducting part may be bolted, soldered or welded.

Figure K.2 – Detail of Figure K.1

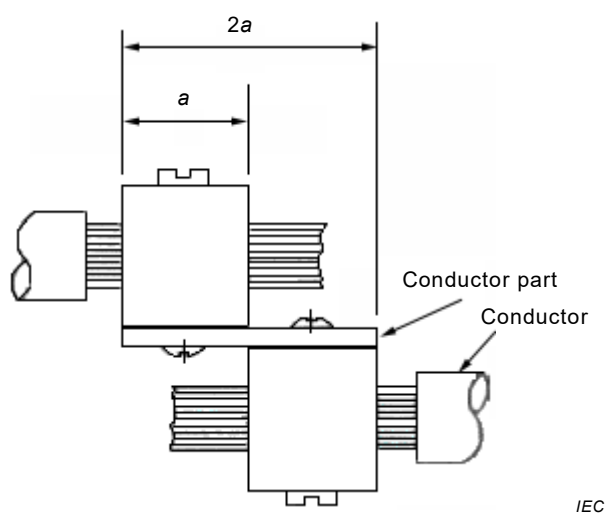


Figure K.3 – Detail of Figure K.1

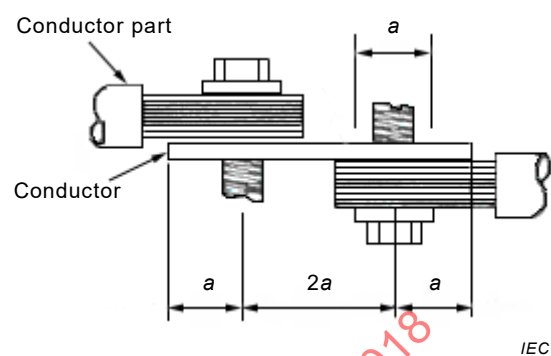


Figure K.4 – Detail of Figure K.1

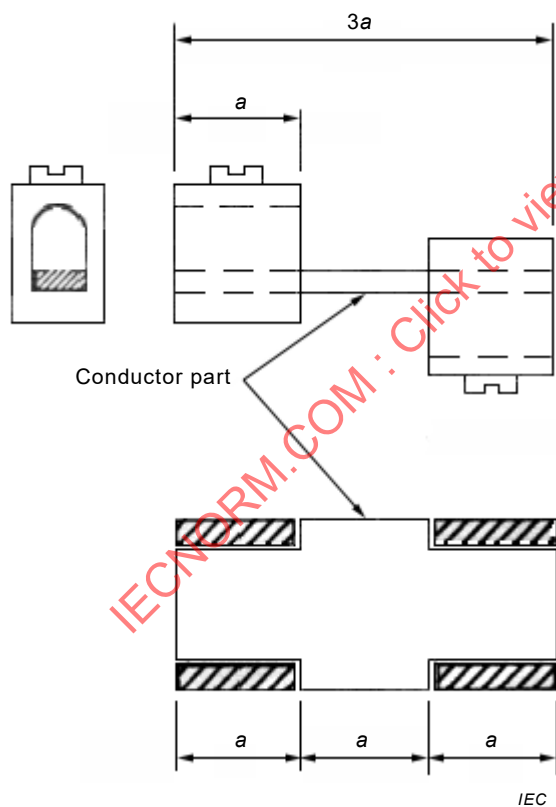


Figure K.5 – Detail of Figure K.1

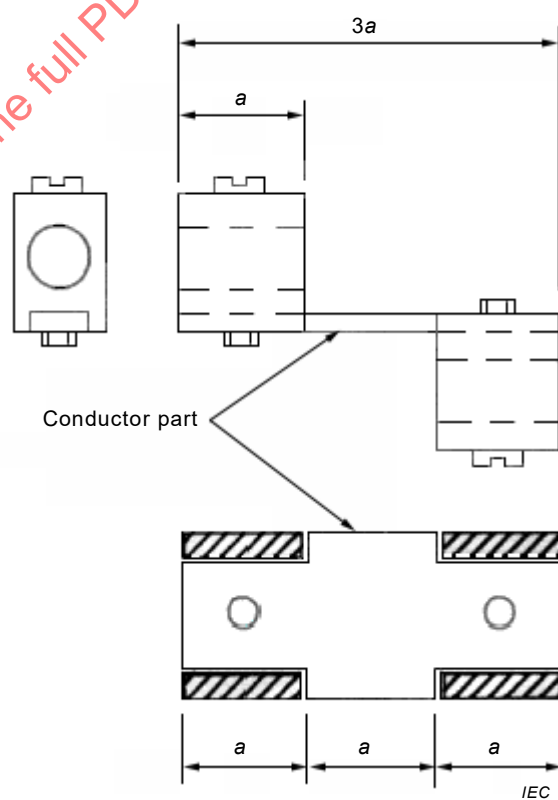


Figure K.6 – Detail of Figure K.1

Annex L (informative)

Examples of RDC-DD according to classification 4.1 based on construction

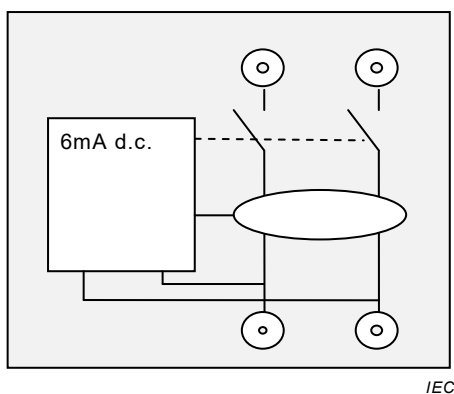


Figure L.1 – RDC-MD according to classifications 4.1.1.1

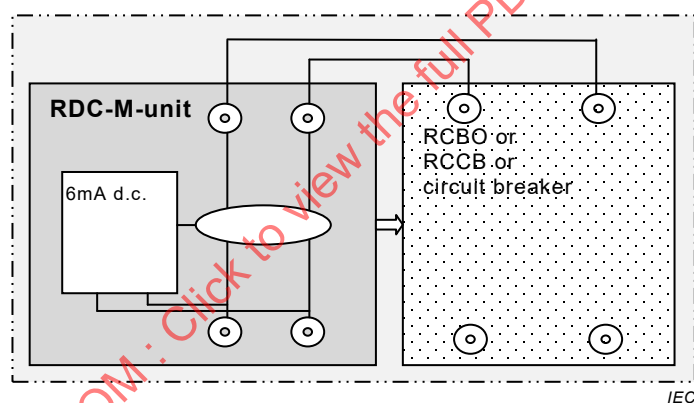


Figure L.2 – RDC-MD according to classification 4.1.1.2
(mechanically coupled)

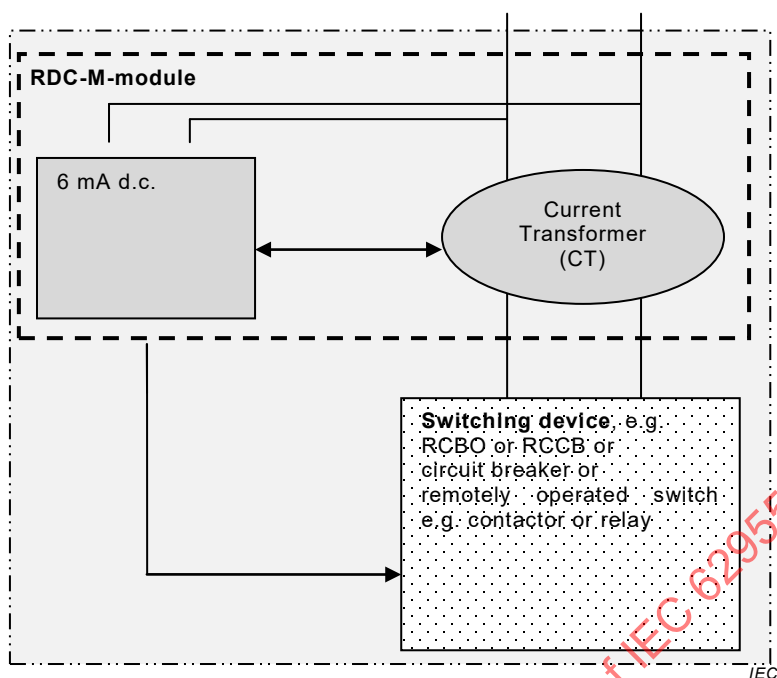


Figure L.3 – RDC-MD according to classification 4.1.1.3 (electrically coupled)

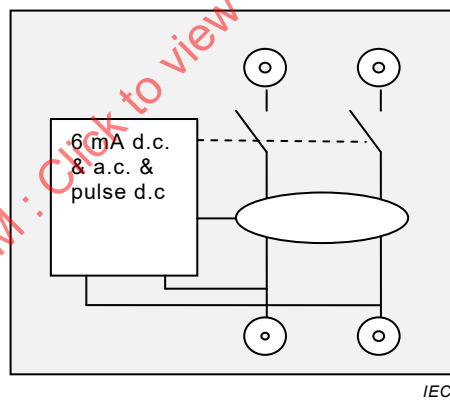


Figure L.4 – RDC-PD according to classification 4.1.2

Annex M

(normative)

Additional requirements and tests for RDC-MDs according to classification 4.1.1.2 consisting of an RDC-M-Unit designed to be assembled on site together to a separate switching protective device

M.1 Scope

This annex applies to RDC-MDs consisting of a residual direct current monitoring unit (RDC-M-unit), with 6 mA DC detection and evaluation, designed for being mechanically assembled on site in accordance with the manufacturer's instructions to one or more declared protective device(s), which can be either a circuit breaker in compliance with IEC 60898-1, or a RCD in compliance with IEC 61008-1 or IEC 61009-1 or IEC 62423.

For RDC-MDs according to classification 4.1.1.2 the separate units shall be from the same manufacturer, being affixed with the same trade mark or all parts shall be declared suitable for use together with the other units by the individual manufacturer.

The main body of this document applies in all respects to devices covered by this annex, unless otherwise specified.

M.2 Normative references

Clause 2 of this document applies.

M.3 Terms and definitions

Clause 3 of this document applies with the following addition:

M.4 Classification

Clause 4 of this standard applies with the following modification

M.4.1 According to the type of construction

Classification 4.1.1.2 applies for this annex.

M.5 Characteristics

Clause 5 of this document applies with the following modification:

M.5.1 Summary of characteristics

Replace

- rated current I_n (see 5.2.2); by
- maximum rated current of the circuit-breaker or RCD with which it may be assembled.

M.6 Marking and other product information

M.6.1 Manufacturer's name or trademark

With reference to Clause 6 item a) of this document, the circuit-breaker and/or the RCD and the RDC-M- unit with which it is to be assembled shall bear the same manufacturer's name or trademark.

M.6.2 Marking

M.6.2.1 Marking of the RDC-M-unit

The RDC-M-unit shall be marked with the following items, with reference to Clause 6 of this document:

a), b), c), e), f), g), j), k), m), n) and, if necessary, l).

In addition, the RDC-M- unit shall be marked with

- the maximum rated current of the circuit-breaker or RCD with which it may be assembled (e.g. 16 A max.);
- the symbol see figure M.1.

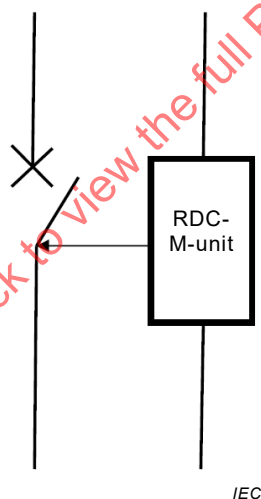


Figure M.1 – Symbol to be marked

It is recommended to mark the references of the circuit-breakers with which the RDC-M-unit can be assembled.

M.6.2.2 Marking of the assembled circuit-breaker or RCD and RDC-M-unit (RDC-MD)

The following marking on the RDC-M-unit specified in M.6.2.1 shall not be visible after assembly:

- c);
- maximum rated current of the protective device with which the RDC-M-unit may be assembled.

Marking k) of the RDC-M-unit, if applicable, shall remain visible after assembly.

M.6.3 Instructions for assembly and operation

The manufacturer shall provide adequate instructions with the RDC-M-unit. These instructions shall cover at least the following:

- reference to the type(s) and catalogue number(s), covering current and voltage ratings, number of poles, etc. of the circuit-breakers or RCDs with which the RDC-M-unit is designed to be assembled; the number of paths of the circuit breaker or RCD corresponds to the number of paths of the RDC-M-unit. A neutral terminal or link may take the place of the neutral pole of a circuit-breaker or RCD.
- this RDC-M-unit is intended to be used with an RCD of at least type A, if applicable;
- de-rating factor, if any;
- method of assembly;
- need for checking operation after assembly to verify the mechanical operation.

M.7 Constructional requirements

M.7.1 General

The design shall be such that it shall be possible to assemble the RDC-MD on site. Design may be such that the device may be disassembled on site in accordance with the manufacturer's instructions.

For devices declared not suitable for disassembling, the disassembly shall leave permanent visible damage.

Compliance is checked according to N.8.4.

M.7.2 Degree of protection

The degree of protection of the RDC-M- unit shall be not less than that of the circuit-breaker or RCD with which it is to be assembled.

M.7.3 Mechanical requirements

The circuit-breaker or RCD and the RDC-M-unit shall fit together readily in the correct manner, and the design shall be such as to prevent an incorrect assembly.

There shall be no loose parts for coupling the tripping mechanisms.

Fixing means for assembly shall be captive.

Terminal covers, if any, are not covered by this requirement.

M.7.4 Electrical compatibility

It shall not be possible to use a circuit-breaker or an RCD of a given rated voltage with an RDC-M-unit of a lower rated voltage.

It shall not be possible to associate a circuit-breaker or an RCD of a given rated current with a RDC-M- unit of a lower maximum current (see M.6.2.2).

The terminals of the RDC-M- unit shall be able to clamp the range of nominal cross-sections of conductors specified in Table 5 of IEC 60898-1:2015 or in Table 6 of IEC 61008-1:2013 or in Table 6 of IEC 61009-1:2010 with which it is designed to be assembled.

It shall not be possible to associate a circuit-breaker or an RCD of a given rated short-circuit capacity with an RDC-M-unit so as to result in a lower short-circuit performance.

Compliance is checked by inspection and manual test.

M.8 Type tests and verifications

M.8.1 Tests on RDC-M-units

The RDC-M- units shall comply with the following type tests specified in Table 9: tests of 9.3, 9.4, 9.5, 9.13, 9.14 and 9.15 (if applicable).

M.8.2 Tests on assembled RDC-MDs

In case of RDC-M-units intended to be assembled with several protective devices, the testing procedure has to be either repeated with each protective device declared by the manufacturer or the most stringent tests among all applicable standards shall be applied only once but the acceptance criteria combines any acceptance criteria of any applicable standard.

The type tests specified in Table 9 apply to RDC-MDs covered by this annex except as follows:

- 9.3, 9.5, 9.13 and 9.14 do not apply;
- 9.4: tests shall be made on the interconnections between the circuit-breaker or RCD and the RDC-M-unit.

M.8.3 Verification of marking and constructional requirements of RDC-MDs

Compliance with the requirements of M.6.1, M.6.2, M.6.3, M.7.1, M.7.2, M.7.3 and M.7.4 shall be checked by inspection and manual test, as applicable.

For devices declared suitable to be disassembled, compliance with the requirements of M.7.1 is checked by the following test to be performed at the beginning of test sequence D0 in Table A.1.

The number of samples shall be in accordance with test sequence D0 + D1 in Table A.3.

The RDC-M-unit and compatible circuit-breakers or RCDs, as declared by the manufacturer, have to be assembled and disassembled 5 times. The RDC-M-unit and the compatible circuit breaker or RCDs are then reassembled and used for the test of test sequence D0. After each assembly, the correct operation of the combination shall be verified for RCDs by using the test button and for circuit breakers with the upper limit of the instantaneous tripping current.

The RDC-MD shall trip each time.

M.9 Routine tests on the RDC-M-unit

Annex D applies, but the tests shall be made on the RDC-M-units in association with a test circuit breaker or RCD adjusted to the most onerous conditions.

Annex N

(normative)

Additional requirements and tests for RDC-MDs according to classification 4.1.1.3 consisting of an RDC-MD module electrically coupled to a separate switching device or a protective device

N.1 Scope

This annex applies to RDC-MDs consisting of residual direct current detection and monitoring module electrically coupled to a separate switching or protective device.

The manufacturer shall declare which detection, monitoring and switching or protective device(s) are suitable to be connected together.

The main body of this document applies in all respects to devices covered by this annex, unless otherwise specified.

N.2 Normative references

Clause 2 of this document applies.

N.3 Terms and definitions

Clause 3 of this document applies with the following addition:

N.3.1

terminal type RDC-MD

RDC-MD with incoming and outgoing load terminals

N.3.2

through-conductor type RDC-MD

RDC-MD with conductors put through a sensing module

N.4 Classification

Clause 4 of this document applies with the following modification:

N.4.1 According to the type of construction

The classification of 4.1.1.3 applies for this annex.

N.5 Characteristics

Clause 5 of this document applies with the following modification:

N.5.1 Summary of characteristics

Replace

- rated current I_n (see 5.2.2); by
- maximum rated current of the monitored circuit.

N.6 Marking and other product information

N.6.1 Marking of the RDC-M Module

Clause 6 applies with the following specifications together with Table N.1:

- The RDC-M module shall be marked with the following items, with reference to Clause 6 of this standard:
a), b), c), d), e), f), g), j), k), m) and n).
- If the detection module and the monitoring module of a RDC-M modules are separate, both shall be marked with the following items, with reference to Clause 6 of this document:
a), b), c), d), e), g), j), and k).

Furthermore, the monitoring module of a RDC-MD in separate modules module shall be marked with the items f), m) and n).

It is recommended to mark the references of the circuit-breakers with which the RDC-MD can be assembled.

Table N.1 – List of required marking and other product information

	Symbol	Location	RDC-MD in one module	RDC-MD in separate modules	
				Detection	Monitoring
a) Manufacturer's name or trade mark		Marked	x	x	x
b) Type designation		Marked	x	x	x
c) rated voltage(s)		Marked	x	x	x
d) rated frequency		Literature	x	x	
e) maximum rated current of monitored circuit		Visible	x	x	x
f) rated residual DC operating current as $I_{\Delta dc} = 0,006A$		Visible	x		x
g) ambient air temperature range -25 °C up to 40 °C ( , if applicable		Literature	x	x	x
j) the degree of protection (only if different from IP20)		Literature	x	x	x
k) the position of use, if necessary		Marked	x	x	x
m) operating means of the test device, by the letter "T"		Visible	x		x
n) wiring diagram		Marked	x		x
Key Visible: Marked on the device and visible after installation Marked: Marked on the device but not necessarily visible after installation Literature: Given in the manufacturer's catalogue or instructions					

N.6.2 Instructions for assembly and operation

The manufacturer of the RDC-MD shall provide adequate instructions. These instructions shall cover at least the following:

- reference to the type(s) and catalogue number(s), covering current and voltage ratings, number of poles, etc. of the switching or protective devices with which the RDC-MD is designed to be connected;

- for RDC-MD in separate modules, reference to the type(s) and catalogue number(s) of the required current transformer (CT) and monitoring module, as applicable;
- method of connection/assembly;
- need for checking operation after connection/assembly to verify operation.

The manufacturer of the modular RDC-MD shall provide adequate instructions. These instructions shall cover at least the following:

- reference to the type(s) and catalogue number(s), covering current and voltage ratings, number of poles, etc. of the switching or protective devices with which the modular RDC-M module is designed to be connected;
- the conditions to be observed for the connection between the monitoring module and the switching or protective device, as applicable;
- for RDC-M modules in separate modules, reference to the type(s) and catalogue number(s) of the required detection module and monitoring module, as applicable;
- for a separate detection module, the details of the current transformer (CT) including the conditions for connection to the monitoring module (cable type, length etc.);
- for a through-conductor type modular RDC-MD, the dimensions of the conductor aperture and the position of the through-conductors relative to the detection unit;
- distances to be respected with regard to nearby conductors, as applicable;
- the SCPDs to be associated with the Modular RDC-MD, as applicable, to achieve the rated conditional short-circuit current or rated residual short-circuit current;
- de-rating factor, if any;
- need for checking operation after connection/assembly to verify operation.

N.7 Constructional requirements

N.7.1 Degree of protection

The degree of protection of the RDC-MD detection and monitoring modules shall be not less than that of the switching or protective device with which they are to be assembled.

N.7.2 Electrical compatibility

The detection, monitoring and switching or protective device shall be electrically compatible. Terminals shall be suitable for the associated current rating of the assembly.

Compliance is checked by inspection and manual test.

N.8 Type tests and verifications

N.8.1 Tests on RDC-M-module

The tests specified in Table 9 shall be applied in order to show conformity to this document.

In case of RDC-M-module intended to be assembled with several switching or protective devices, the testing procedure has to be either repeated with each device declared by the manufacturer or the most stringent tests among all applicable standards shall be applied only once but the acceptance criteria combines any acceptance criteria of any applicable standard.

The type tests specified in Table 9 apply to RDC-M-module covered by this annex as follows:

- 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.13, 9.14 and 9.22 apply only to the RDC-M-module, however, where applicable, the switching or protective device is connected as in normal use;
- 9.9, 9.10, 9.11, 9.16, 9.18, 9.19, 9.20 and 9.21 apply to the RDC-M-module and switching or protective devices connected as in normal use; additionally 9.17, only if applicable;
- 9.12 shall be performed on each RDC-M-module;
- 9.15 do not apply.

N.8.2 Verification of marking and constructional requirements of RDC-M-module

Compliance with the requirements of N.6.1, N.6.2, N.7.1 and N.7.2 shall be checked by inspection and manual test, as applicable.

N.8.3 Verification of behaviour in case of disconnection of the external detection module

This test is only applicable to M-module with facility for connection of an external detection module.

The external detection module is connected to the monitoring module as in normal use as prescribed by the manufacturer.

The M-module is connected as for normal use and supplied with rated supply voltage.

There shall be no smooth DC residual current flowing in the external detection.

The external detection module is then disconnected and the M-module shall cause opening of the switching or protective device within 10 s.

N.9 Routine tests on the RDC-M-module

Annex D applies, but the tests shall be made on the M-module in association with a test switching or protective device adjusted to the most unfavourable conditions.

Annex O

(normative)

RDC-PDs with integrated DC, pulsating DC (type A) and 6 mA DC detection, evaluation and mechanical switching in one unit according to classification 4.1.2

O.1 Scope

This annex applies to RDC-PD with integrated DC, pulsating DC and 6 mA DC detection, evaluation and mechanical switching in one unit.

The main body of this document applies in all respects to devices covered by this annex, unless otherwise specified.

The requirements and tests of the following RCD standards apply as relevant:

- IEC 61008-1 concerning RDC-PD integrated in RCCB function;
- IEC 61009-1 concerning RDC-PD integrated in RCBO function.

O.2 Normative references

Clause 2 of this document applies.

O.3 Terms and definitions

Clause 3 of this document applies.

O.4 Classification

O.4.1 According to the type of construction

Classification 4.1.2 applies for this annex.

O.5 Characteristics

Clause 5 of this document applies, and in addition, Clause 5 of the relevant RCD standard applies.

O.6 Marking and other product information

Clause 6 of this document applies, with the following addition:

- the marking 6 f), 6 h), 6 l), 6 q), and 6r) according to IEC 61008-1;
- the marking 6 d), 6 f), 6 h), 6 j), 6 l), 6m), 6 q), and 6r) according to IEC 61009-1.

Compliance is checked by inspection.

O.7 Requirements for construction and operation

O.7.1 General

RCD-PDs according to this annex shall comply with the requirements of IEC 61008-1 or 61009-1, as applicable for type A classification, unless otherwise specified in this annex.

Clause 7 of the present document applies with the following additions:

O.7.2 Operating characteristic

The operating characteristic of RCD-PDs according to this annex shall comply with the requirements of 9.9 of the corresponding RCD standard as applicable, and in addition to the tests of 9.9.1 and 9.9.2.

O.8 Tests

O.8.1 Testing according to the RCD standard

The tests of the relevant RCD standard apply without modification, the RCD-PD being supplied at rated voltage. If at the end of the test clause of this standard, the operating characteristics are checked, this verification shall be done additionally at the end of the corresponding clause of the RCD standard.

The tests of:

- 9.9.3.1d) and 9.9.3.4 of IEC 61008-1:2010, or
- 9.9.1.3 a) and d) of IEC 61009-1:2010 shall be carried out.

The device shall operate within the limits of Table 20 which replaces the required limits of Table 20 of IEC 61008-1 and Table 26 of IEC 61009-1.

O.8.2 Testing according to this document

O.8.2.1 Applicability of the tests according to this document

The relevant tests are given in Table O.1

Table O.1 – List of type tests according to this document and their applicability

Test	Subclause	Covered by
Indelibility of marking	9.3	Covered by RCD standard
Reliability of screws, current-carrying parts and connections	9.4	Covered by RCD standard
Reliability of terminals for external conductors	9.5	Covered by RCD standard
Protection against electric shock	9.6	Covered by RCD standard
Dielectric properties	9.7	Covered by RCD standard
Temperature rise	9.8	Covered by RCD standard
Operating characteristic	9.9	See O.8.2.2
Mechanical and electrical endurance	9.10	Covered by RCD standard and application of 9.10
Behaviour of RCCBs under short-circuit conditions	9.11	Covered by RCD standard and application of O.8.1
Resistance to mechanical shock and impact	9.12	Covered by RCD standard
Resistance to heat	9.13	Covered by RCD standard
Resistance to abnormal heat and to fire	9.14	Covered by RCD standard
Trip-free mechanism	9.15	Applicable
Operation of the test device at the limits of rated voltage	9.16	Covered by RCD standard
Correct operation in case of three- and four- pole RDC-PD powered on two poles only	9.17	Applicable
Behaviour in case of current surges	9.18	Covered by RCD standard and application of O.8.1
Reliability	9.19	Covered by RCD standard and application of O.8.1
Ageing of electronic components	9.20	Covered by RCD standard and application of O.8.1
Electromagnetic compatibility (EMC)	9.21	Covered by RCD standard and application of O.8.1
Resistance to rusting	9.22	Covered by RCD standard

O.8.2.2 Verification of the operating characteristics according to the main part of this standard

All the tests of 9.9 are to be performed, with the exception of those of 9.9.3 which are not relevant for this classification.

O.9 Routine tests on the RDC-PD

The annex of the relevant RCD standard is applicable. In addition, the test according to D.2 applies.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2:1994, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

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

IEC 60364-5-53:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control*

IEC 60364-7-722, *Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles*

IEC 60417, *Graphical symbols for use on equipment*

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 (GWEPT)*

IEC/TR 60755:2008, *General requirements for residual current operated protective devices*

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

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

IEC 62640, *Residual current devices with or without overcurrent protection for socket-outlets for household and similar uses*

ISO 17409:2015, *Electrically propelled road vehicles – Connection to an external electric power supply – Safety requirements*

ASTM D785-08, *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	165
INTRODUCTION.....	167
1 Domaine d'application	168
2 Références normatives	169
3 Termes, définitions et symboles	170
3.1 Définitions relatives à la conception du DD-CDC.....	170
3.2 Symboles.....	170
4 Classification DD-CDC (DC-CDC, DP-CDC)	171
4.1 Les DD-CDC sont classés en fonction du type de construction	171
4.1.1 DC-CDC	171
4.1.2 DP-CDC	172
4.2 Selon le nombre de pôles	172
4.3 Selon la méthode de connexion	172
4.4 Selon le type de bornes	172
4.5 Selon la plage de température de l'air ambiant	172
5 Caractéristiques des DD-CDC	173
5.1 Enumération des caractéristiques	173
5.2 Valeurs assignées et caractéristiques	173
5.2.1 Tension assignée (U_n).....	173
5.2.2 Courant assigné (I_n).....	173
5.2.3 Courant différentiel continu de fonctionnement assigné ($I_{\Delta dc}$).....	173
5.2.4 Courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta ndc}$).....	173
5.2.5 Fréquence assignée	174
5.2.6 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	174
5.3 Valeurs normales et préférentielles.....	174
5.3.1 Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)	174
5.3.2 Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n).....	174
5.3.3 Valeur normale du courant différentiel continu de fonctionnement assigné ($I_{\Delta dc}$)	175
5.3.4 Valeur normale du courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta ndc}$)	175
5.3.5 Valeurs préférentielles de la fréquence assignée	175
5.3.6 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	175
5.3.7 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	175
5.3.8 Valeurs normales et préférentielles du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	175
5.3.9 Valeurs normales du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)	176
5.3.10 Valeurs limites du temps de fonctionnement	176
5.3.11 Valeur normale de la tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}).....	177
5.4 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC).....	177
5.4.1 Généralités.....	177
5.4.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	177
5.4.3 Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$).....	177
6 Marquage et autres informations sur le produit	178

7	Conditions normales de fonctionnement en service et d'installation	179
7.1	Conditions normales	179
7.2	Conditions d'installation	180
7.3	Degré de pollution.....	180
8	Exigences de construction et de fonctionnement	180
8.1	Réalisation mécanique.....	180
8.1.1	Généralités.....	180
8.1.2	Mécanisme	181
8.1.3	Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite	182
8.1.4	Vis, parties transportant le courant et connexions.....	187
8.1.5	Bornes pour conducteurs externes	188
8.2	Protection contre les chocs électriques	190
8.3	Propriétés diélectriques	191
8.4	Echauffement.....	191
8.4.1	Limites d'échauffement.....	191
8.4.2	Température de l'air ambiant	192
8.5	Caractéristiques de fonctionnement	192
8.6	Endurance électrique	192
8.7	Tenue aux courants de courts-circuits.....	192
8.8	Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts.....	192
8.9	Résistance à la chaleur.....	193
8.10	Résistance à la chaleur anormale et au feu.....	193
8.11	Dispositif de contrôle	193
8.12	Comportement des DD-CDC en cas d'ondes de courant produites par des ondes de surtension.....	193
8.13	Fiabilité.....	194
8.14	Compatibilité électromagnétique (CEM)	194
8.15	Comportement du fonctionnement correct en cas de DD-CDC tripolaires et tétrapolaires alimentés sur deux pôles seulement	194
9	Essais	194
9.1	Généralités	194
9.2	Conditions d'essai.....	195
9.3	Vérification de l'indélébilité du marquage	196
9.4	Vérification de la sûreté des vis, des parties transportant le courant et des connexions	197
9.5	Vérification de la sûreté des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre.....	198
9.6	Vérification de la protection contre les chocs électriques	199
9.7	Essai des propriétés diélectriques.....	200
9.7.1	Résistance à l'humidité.....	200
9.7.2	Résistance d'isolement du circuit principal.....	201
9.7.3	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	201
9.7.4	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des circuits auxiliaires	202
9.7.5	Circuit secondaire des transformateurs de détection.....	203
9.7.6	Tenue des circuits de commande connectés au circuit principal vis-à-vis des tensions continues élevées pendant les mesures d'isolement	203
9.7.7	Vérification aux tensions de tenue aux chocs (à travers les distances d'isolement et l'isolation solide)	203
9.8	Essai d'échauffement.....	207
9.8.1	Température de l'air ambiant	207

9.8.2	Procédure d'essai	207
9.8.3	Mesure de la température des différentes parties	207
9.8.4	Echauffement d'un élément	207
9.9	Vérification de la caractéristique de fonctionnement.....	208
9.9.1	Circuit d'essai et procédure d'essai	208
9.9.2	Vérification du fonctionnement correct des DD-CDC en cas de courant différentiel résiduel continu lissé.....	208
9.9.3	Vérification du temps de non-réponse pour des courants différentiels résiduels alternatifs	210
9.10	Vérification de l'endurance mécanique et électrique.....	211
9.10.1	Conditions générales d'essai	211
9.10.2	Procédure d'essai.....	212
9.10.3	Etat du DD-CDC après l'essai.....	212
9.11	Vérification du comportement du DD-CDC dans les conditions de court-circuit.....	212
9.11.1	Liste des essais de court-circuit.....	212
9.11.2	Essais de court-circuit	213
9.12	Vérification de la résistance aux secousses mécaniques et aux chocs	221
9.12.1	Secousses mécaniques	221
9.12.2	Chocs mécaniques	221
9.13	Essai de résistance à la chaleur	224
9.14	Essai de résistance à la chaleur anormale et au feu	225
9.15	Vérification du mécanisme à déclenchement libre	226
9.15.1	Conditions générales d'essai	226
9.15.2	Procédure d'essai.....	226
9.16	Vérification du fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension assignée.....	226
9.17	Vérification du fonctionnement correct en cas de DD-CDC tripolaires et tétrapolaires alimentés sur deux pôles seulement	226
9.18	Vérification du comportement des DD-CDC en cas d'ondes de courant produites par des ondes de surtension.....	227
9.18.1	Essai de tenue à l'onde de courant (essai à l'onde récurrente amortie 0,5 µs/100 kHz) pour tous les DD-CDC.....	227
9.18.2	Vérification du comportement aux ondes de courant jusqu'à 3 000 A (essai à l'onde de courant 8/20 µs).....	227
9.19	Vérification de la fiabilité.....	228
9.19.1	Généralités.....	228
9.19.2	Essai climatique	228
9.19.3	Essai à la température de 40 °C	230
9.20	Vérification du vieillissement des composants électroniques	230
9.21	Compatibilité électromagnétique (CEM)	230
9.21.1	Essais couverts par le présent document.....	230
9.21.2	Essais complémentaires	231
9.22	Essai de résistance à la rouille	231
Annexe A (normative) Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre pour les besoins des essais		254
A.1	Séquences d'essais	254
A.2	Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	255
A.3	Nombre d'échantillons à soumettre à une procédure d'essai simplifiée en cas de présentation simultanée d'une série de disjoncteurs de même conception de base.....	256

Annexe B (normative) Détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite	260
B.1 Généralités	260
B.2 Orientation et emplacement d'une ligne de fuite	260
B.3 Lignes de fuite lorsque plus d'un matériau est utilisé	260
B.4 Lignes de fuite coupées par une partie conductrice flottante	260
B.5 Mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement	260
Annexe C (normative) Disposition pour la détection de l'émission de gaz ionisés pendant les essais de court-circuit	265
Annexe D (normative) Essais individuels	268
D.1 Généralités	268
D.2 Essai de cycle	268
D.3 Essai diélectrique	268
D.4 Fonctionnement du dispositif de contrôle	268
Annexe E (informative) Méthodes de détermination du facteur de puissance d'un court-circuit	269
Annexe F (informative) Exemples de conceptions de bornes	270
Annexe G (informative) Correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG	273
Annexe H (informative) DPCC pour les essais de court-circuit	274
H.1 Remarque préliminaire	274
H.2 Fil d'argent	274
H.3 Fusibles	274
H.4 Autres moyens	275
Annexe I (normative) Exigences particulières pour les DD-CDC avec bornes sans vis pour conducteurs externes en cuivre	276
I.1 Domaine d'application	276
I.2 Références normatives	276
I.3 Définitions	276
I.4 Classification	277
I.5 Caractéristiques des DD-CDC	277
I.6 Marquage et autres informations sur le produit	277
I.7 Conditions normales de fonctionnement en service et d'installation	277
I.8 Exigences de construction et de fonctionnement	278
I.8.1 Généralités	278
I.8.2 Connexion ou déconnexion des conducteurs	278
I.8.3 Dimensions des conducteurs raccordables	278
I.8.4 Sections raccordables	279
I.8.5 Introduction et déconnexion des conducteurs	279
I.8.6 Conception et construction des bornes	279
I.8.7 Résistance au vieillissement	280
I.9 Essais	280
I.9.1 Généralités	280
I.9.2 Essai de fiabilité des bornes sans vis	280
I.9.3 Essais de sûreté des bornes pour conducteurs externes: résistance mécanique	281
I.9.4 Essai de cycles thermiques	281
I.10 Documents de référence	283
Annexe J (normative) Exigences particulières pour les DD-CDC avec bornes plates à connexion rapide	285

J.1	Domaine d'application	285
J.2	Références normatives	285
J.3	Définitions	285
J.4	Classification	286
J.5	Caractéristiques des DD-CDC.....	286
J.6	Marquage et autres informations sur le produit	286
J.7	Conditions normales de fonctionnement en service et d'installation	286
J.8	Exigences de construction et de fonctionnement.....	286
J.8.1	Généralités.....	286
J.8.2	Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (voir Annexe B)	286
J.8.3	Bornes pour conducteurs externes	286
J.9	Essais.....	287
J.9.1	Généralités.....	287
J.9.2	Force de surcharge mécanique.....	287
J.10	Documents de référence	291
Annexe K (normative) Exigences particulières pour DD-CDC avec bornes à vis pour connexion de conducteurs externes en aluminium non traités et avec des bornes à vis en aluminium pour connexion de conducteurs externes en cuivre ou en aluminium		292
K.1	Domaine d'application	292
K.2	Références normatives	292
K.3	Définitions	292
K.4	Classification	293
K.5	Caractéristiques des DD-CDC.....	293
K.6	Marquage et autres informations sur le produit	293
K.7	Conditions normales de fonctionnement en service et d'installation	293
K.8	Exigences de construction et de fonctionnement.....	294
K.9	Essais.....	294
K.9.1	Généralités.....	294
K.9.2	Conditions d'essais.....	296
K.9.3	Essai de cycles thermiques	296
Annexe L (informative) Exemples de DC-CDC selon la classification de 4.1 basée sur la construction		302
Annexe M (normative) Exigences et essais supplémentaires pour les DC-CDC selon la classification de 4.1.1.2, constitués d'une unité C-CDC et conçus pour être assemblés sur site avec un appareil de connexion séparé.....		304
M.1	Domaine d'application	304
M.2	Références normatives	304
M.3	Termes et définitions	304
M.4	Classification	304
M.4.1	Selon le type de construction.....	304
M.5	Caractéristiques.....	304
M.5.1	Énumération des caractéristiques	304
M.6	Marquage et autres informations sur le produit	305
M.6.1	Nom du constructeur ou marque de fabrique	305
M.6.2	Marquage	305
M.6.3	Instructions d'assemblage et de fonctionnement	306
M.7	Exigences de construction	306
M.7.1	Généralités.....	306
M.7.2	Degré de protection	306
M.7.3	Exigences de construction	306

M.7.4	Compatibilité électrique	306
M.8	Essais de type et vérifications	307
M.8.1	Essais sur les unités C-CDC	307
M.8.2	Essais sur les DC-CDC assemblés	307
M.8.3	Vérification du marquage et des exigences de construction des DC-CDC	307
M.9	Essais individuels sur l'unité C-CDC	307
Annexe N (normative) Exigences et essais supplémentaires pour les DC-CDC selon la classification de 4.1.1.3, constitués d'un module DC-CDC relié électriquement avec un appareil de connexion ou dispositif de protection séparé		308
N.1	Domaine d'application	308
N.2	Références normatives	308
N.3	Termes et définitions	308
N.4	Classification	308
N.4.1	Selon le type de construction	308
N.5	Caractéristiques	308
N.5.1	Énumération des caractéristiques	308
N.6	Marquage et autres informations sur le produit	309
N.6.1	Marquage du module C-CDC	309
N.6.2	Instructions d'assemblage et de fonctionnement	310
N.7	Exigences de construction	310
N.7.1	Degré de protection	310
N.7.2	Compatibilité électrique	310
N.8	Essais de type et vérifications	311
N.8.1	Essais sur le module C-CDC	311
N.8.2	Vérification du marquage et des exigences de construction du module C-CDC	311
N.8.3	Vérification du comportement en cas de déconnexion du module de détection externe	311
N.9	Essais individuels sur le module C-CDC	311
Annexe O (normative) DP-CDC avec détection, évaluation et coupure mécanique à courant différentiel résiduel alternatif, continu pulsé (type A) et continu de 6 mA intégrés dans une seule unité selon la classification de 4.1.2		312
O.1	Domaine d'application	312
O.2	Références normatives	312
O.3	Termes et définitions	312
O.4	Classification	312
O.4.1	Selon le type de construction	312
O.5	Caractéristiques	312
O.6	Marquage et autres informations sur le produit	312
O.7	Exigences de construction et de fonctionnement	313
O.7.1	Généralités	313
O.7.2	Caractéristiques de fonctionnement	313
O.8	Essais	313
O.8.1	Essais selon la norme relative aux DDR	313
O.8.2	Essais selon le présent document	313
O.9	Essais individuels sur le DP-CDC	314
Bibliographie		315

Figure 2 – Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques de fonctionnement (9.9.3).....	234
Figure 3 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courant continu lissé.....	235
Figure 4 – Circuit d'essai pour DD-CDC bipolaires pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé.....	236
Figure 5 – Circuit d'essai pour DD-CDC tripolaires et tétrapolaires pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé.....	236
Figure 6 – Schéma type pour tous les essais de court-circuit.....	237
Figure 7 – Détail des impédances Z , Z_1 et Z_2	237
Figure 8 – Circuit d'essai pour l'essai d'endurance selon 9.10.....	238
Figure 9 (informative) – Forme d'onde du courant d'appel pour les essais selon 9.10.....	239
Figure 10 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales d' I_{Z1} et d' I_p que le DD-CDC doit supporter (9.11.2.1 a)).....	241
Figure 11 – Appareil pour l'essai aux secousses (9.12.1).....	242
Figure 12 – Appareil pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1).....	243
Figure 13 – Pièce de frappe pour pendule d'essai de choc (9.12.2.1).....	244
Figure 14 – Support de montage pour l'échantillon pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1).....	245
Figure 15 – Exemple de fixation d'un DD-CDC ouvert pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1).....	246
Figure 16 – Exemple de fixation du DD-CDC pour montage en tableau pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1).....	247
Figure 17 – Application de la force pour l'essai mécanique, de DD-CDC pour montage sur rail (9.12.2.2).....	248
Figure 18 – Appareil pour l'essai à la bille (9.13.2).....	248
Figure 19 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 μ s/100 kHz.....	249
Figure 20 – Circuit d'essai pour l'essai des DD-CDC à l'onde récurrente amortie.....	249
Figure 21 – Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité (9.19.1.3).....	250
Figure 22 – Cycle d'essai de fiabilité (9.19.1.3).....	251
Figure 23 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du vieillissement des composants électroniques (9.20).....	252
Figure 24 – Onde de courant 8/20 μ s.....	252
Figure 25 – Circuit d'essai pour l'essai des DD-CDC à l'onde de courant.....	253
Figure 26 – Exemple d'enregistrement d'étalonnage pour essai de court-circuit (9.11.2.1 j) ii)).....	253
Figure B.1 – Exemples de méthodes de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement.....	264
Figure C.1 – Dispositif d'essai.....	266
Figure C.2 – Grille.....	267
Figure C.3 – Circuit de grille.....	267
Figure F.1 – Exemples de bornes à trou.....	270
Figure F.2 – Exemples de bornes à serrage sous tête de vis.....	271
Figure F.3 – Exemples de bornes à goujon fileté.....	271
Figure F.4 – Exemples de bornes à plaquettes.....	272

Figure F.5 – Exemples de bornes pour cosses et barrettes	272
Figure I.1 – Echantillons à raccorder.....	282
Figure I.2 – Exemples de bornes sans vis	283
Figure J.1 – Exemple de position du thermocouple pour la mesure de l'échauffement.....	288
Figure J.2 – Dimensions des languettes.....	289
Figure J.3 – Dimensions de l'empreinte sphérique du dispositif de verrouillage.....	290
Figure J.4 – Dimensions de l'empreinte rectangulaire du dispositif de verrouillage.....	290
Figure J.5 – Dimensions du trou du dispositif de verrouillage	290
Figure J.6 – Dimensions des clips.....	291
Figure K.1 – Disposition générale pour l'essai.....	300
Figure K.2 – Détail de la Figure K.1	300
Figure K.3 – Détail de la Figure K.1	301
Figure K.4 – Détail de la Figure K.1	301
Figure K.5 – Détail de la Figure K.1	301
Figure K.6 – Détail de la Figure K.1	301
Figure L.1 – DC-CDC selon les classifications de 4.1.1.1.....	302
Figure L.2 – DC-CDC selon les classifications de 4.1.1.2 (accouplé mécaniquement)	302
Figure L.3 – DC-CDC selon les classifications de 4.1.1.3 (relié électriquement).....	303
Figure L.4 – DP-CDC selon la classification de 4.1.2	303
Figure M.1 – Symbole à marquer	305
Tableau 1 – Valeurs préférentielles de la tension assignée	174
Tableau 2 – Valeurs maximales des temps de fonctionnement pour les courants différentiels résiduels continus.....	176
Tableau 3 – Valeurs minimales du temps de non-réponse pour les courants différentiels résiduels alternatifs (valeurs efficaces)	176
Tableau 4 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation.....	177
Tableau 5 – Conditions normales de fonctionnement en service	180
Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales	184
Tableau 7 – Sections des conducteurs de cuivre à connecter pour bornes à vis.....	189
Tableau 8 – Valeurs des échauffements	192
Tableau 9 – Liste des essais de type	195
Tableau 10 – Conducteurs d'essais en cuivre correspondant aux courants assignés	196
Tableau 11 – Diamètres des filetages et couples à appliquer	197
Tableau 12 – Forces de traction.....	199
Tableau 13 – Tensions d'essais pour circuits auxiliaires	202
Tableau 14 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de chocs	205
Tableau 15 – Essais à effectuer pour vérifier le comportement des DD-CDC dans des conditions de court-circuit	213
Tableau 16 – Valeurs minimales de I^2t et de I_p	215
Tableau 17 – Facteurs de puissance pour les essais de court-circuit	216
Tableau 18 – Essais couverts par le présent document.....	231
Tableau 19 – Essais à effectuer conformément à l'IEC 61543	231

Tableau 20 – Plages des valeurs du courant de déclenchement pour les DD-CDC en cas de courant continu pulsé	239
Tableau 21 – Légende des lettres et des symboles pour toutes les figures	240
Tableau A.1 – Séquences d'essais	254
Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	256
Tableau A.3 – Nombre d'échantillons pour la procédure d'essai simplifiée	258
Tableau G.1 – Correspondance entre les conducteurs en cuivre ISO et AWG	273
Tableau H.1 – Indication des diamètres du fil d'argent en fonction des courants assignés et des courants de court-circuit	274
Tableau I.1 – Conducteurs raccordables	279
Tableau I.2 – Sections des conducteurs en cuivre raccordables aux bornes sans vis	279
Tableau I.3 – Forces de traction	281
Tableau J.1 – Tableau informatif concernant le code de couleur du clip en relation avec la section du conducteur	286
Tableau J.2 – Forces d'essai de surcharge	287
Tableau J.3 – Dimensions des languettes	288
Tableau J.4 – Dimensions des clips	291
Tableau K.1 – Marquage des bornes	293
Tableau K.2 – Sections des conducteurs en aluminium pouvant être connectés aux bornes à vis	294
Tableau K.3 – Liste des essais selon la matière des conducteurs et des bornes	295
Tableau K.4 – Conducteurs raccordables et leur diamètre nominal	295
Tableau K.5 – Sections (S) des conducteurs d'essai en aluminium correspondant aux courants assignés	296
Tableau K.6 – Longueur du conducteur d'essai	297
Tableau K.7 – Dimensions des égaliseurs et des barres de connexion	297
Tableau K.8 – Courant d'essai en fonction du courant assigné	299
Tableau K.9 – Exemple de calcul pour la détermination de l'écart moyen de température D	299
Tableau N.1 – Liste du marquage et autres informations exigés sur le produit	309
Tableau O.1 – Liste des essais de type selon le présent document et leur applicabilité	314

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**DISPOSITIF DE DÉTECTION À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL
CONTINU (DD-CDC) À UTILISER POUR LA CHARGE EN MODE 3
DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES****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 de l'IEC 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) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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.

La Norme internationale IEC 62955 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.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23E/1042/FDIS	23E/1047/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Les différentes pratiques suivantes, à caractère moins permanent, existent dans les pays indiqués ci-après:

Des règles spécifiques dans plusieurs pays ont été introduites dans:

- le Paragraphe 5.3.8.1, Tableau 4 et 8.1.2 Note 1,
- la Note 1 de l'Annexe I,
- la Note 1 de l'Annexe J,
- la Note 1 de l'Annexe J et dans le Paragraphe 8.3.2.

Dans la présente norme, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- Exigences proprement dites: caractères romains,
- *Modalités d'essai: caractères italiques,*
- Explications: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

INTRODUCTION

Conformément à l'IEC 60364-7-722, chaque point de raccordement est protégé par son propre DDR d'au moins du type A, avec un courant assigné de fonctionnement différentiel ne dépassant pas 30 mA.

Il est nécessaire de prendre des mesures de précautions contre les courants de défaut continus. Les mesures appropriées sont l'une des suivantes:

- DDR du type B;
- DDR du type A et un équipement approprié qui garantit la coupure de l'alimentation en cas de courant continu de défaut supérieur à 6 mA.

Le but du présent document est de spécifier ce type d'équipement de détection pour assurer que le bon fonctionnement des DDR du type A ou du type F n'est pas affecté par des courants différentiels résiduels continus supérieurs à 6 mA.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

DISPOSITIF DE DÉTECTION À COURANT DIFFÉRENTIEL RÉSIDUEL CONTINU (DD-CDC) À UTILISER POUR LA CHARGE EN MODE 3 DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux dispositifs de détection à courant différentiel résiduel continu (DD-CDC) pour les bornes de charge à courant alternatif pour véhicule électrique branchées en permanence (charge en mode 3 des véhicules électriques, conformément à l'IEC 61851-1 et à l'IEC 60364-7-722), appelé DC-CDC (dispositif de contrôle à courant différentiel résiduel continu) ou DP-CDC (dispositif de protection contre un courant différentiel résiduel continu) dans la suite du texte, pour des tensions assignées alternatives ne dépassant pas 440 V avec des fréquences assignées de 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz et des courants nominaux ne dépassant pas 125 A.

NOTE 1 Le présent document peut également servir de lignes directrices pour les dispositifs sous tensions alternatives inférieures ou égales à 690 V 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz, à des courants assignés ne dépassant pas 250 A.

Les DD-CDC ont pour objet de couper ou à déclencher la coupure de l'alimentation du véhicule électrique (VE) au cas où un courant continu différentiel résiduel lissé supérieur ou égal à 6 mA est détecté.

NOTE 2 La valeur de 6 mA pour le courant continu différentiel résiduel lissé a été choisie pour éviter de compromettre le bon fonctionnement d'un DDR en amont de type A ou de type F.

Le présent document couvre deux différentes classes de dispositif de détection à courant différentiel résiduel continu (DD-CDC) devant être utilisées pour la charge en mode 3 de véhicules électriques (voir classification en 4.1):

- DC-CDC (dispositifs de contrôle).
- DP-CDC (dispositifs de protection).

Le présent document s'applique aux appareils remplissant à la fois les fonctions de détection du courant différentiel résiduel continu, de comparaison de la valeur de ce courant à une valeur de fonctionnement différentiel et de déclenchement de l'ouverture du circuit quand le courant différentiel résiduel continu dépasse 6 mA.

Conformément au présent document, les DP-CDC sont appropriés pour le sectionnement.

Les DD-CDC sont destinés à être utilisés pour des circuits monophasés ou polyphasés dans les régimes de neutre TN, TT et IT.

Les DD-CDC sont destinés à être utilisés dans l'installation fixe.

Les DD-CDC sont destinés à être utilisés dans des circuits alternatifs uniquement. Conformément au présent document, les DD-CDC ne sont pas prévus pour une circulation de l'énergie bilatérale entre le véhicule électrique et l'installation fixe.

Pour les DD-CDC à détection, évaluation et coupure mécanique d'un courant différentiel résiduel alternatif, continu pulsé ou continu de 6 mA intégrées dans une seule unité, l'Annexe O s'applique.

Pour les DC-CDC constitués d'une unité C-CDC et dotés d'une interface mécanique avec un dispositif de protection séparé (disjoncteur ou DDR), l'Annexe M s'applique.

Pour les DC-CDC constitués d'un module C-CDC à détection et évaluation du courant différentiel séparées, et dotés d'une interface électrique avec un appareil de connexion (par exemple, un contacteur) ou avec un dispositif de protection (disjoncteur ou DDR), l'Annexe N s'applique.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60068-3-4, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

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

IEC 60228:2004, *Âmes des câbles isolés*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'emboîtement ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60695-2-10:, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60898-1:2015, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

IEC 61008-1:2010, *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 61009-1:2010, *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 61543:1995, *Dispositifs différentiels résiduels (DDR) pour usages domestiques et analogues – Compatibilité électromagnétique*

IEC 61543:1995/AMD1:2004

IEC 61543:1995/AMD2:2005

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Émission*

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62873-2 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>;
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <http://www.iso.org/obp>

NOTE Partout où l'expression "DDR" est mentionnée dans l'IEC 62873-2, elle doit être lue comme "DD-CDC".

3.1 Définitions relatives à la conception du DD-CDC

3.1.1

DD-CDC

dispositif de détection à courant différentiel résiduel continu

dispositif de détection ayant au moins la fonctionnalité de détection et d'évaluation de courants différentiels résiduels continus de 6 mA et de coupure du circuit contrôlé

3.1.2

DC-CDC

dispositif de contrôle à courant différentiel résiduel continu

dispositif de contrôle capable de détecter un courant différentiel résiduel continu de 6 mA et de le couper mécaniquement

3.1.3

DP-CDC

dispositif de protection contre un courant différentiel résiduel continu

dispositif de protection avec détection, évaluation et coupure mécanique à courant différentiel résiduel alternatif, continu pulsé et continu de 6 mA intégrées

3.1.4

unité C-CDC

unité qui inclut la détection et l'évaluation de courants différentiels résiduels et assure un fonctionnement mécanique d'un DDR ou d'un disjoncteur pour provoquer la coupure du circuit contrôlé

3.1.5

module C-CDC

module chargé de détecter les courants différentiels résiduels continus et de fournir un signal à un appareil de connexion relié électriquement pour provoquer la coupure du circuit contrôlé

Note 1 à l'article: Un module peut également comprendre plus d'un des modules mentionnés.

3.2 Symboles

Courant assigné	I_n
Courant différentiel	I_{Δ}
Courant différentiel continu de fonctionnement assigné	$I_{\Delta dc}$
Courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné	$I_{\Delta ndc}$
Tension assignée	U_n
Tension d'emploi assignée	U_e
Tension d'isolement assignée	U_i
Pouvoir de fermeture et de coupure assigné	I_m
Courant conditionnel de court-circuit assigné	I_{nc}

Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné

$I_{\Delta C}$

4 Classification DD-CDC (DC-CDC, DP-CDC)

4.1 Les DD-CDC sont classés en fonction du type de construction

NOTE L'Annexe L fournit une vue d'ensemble des classifications suivantes.

4.1.1 DC-CDC

4.1.1.1 DC-CDC avec coupure mécanique dans une seule unité

DC-CDC capable de détecter, évaluer et couper mécaniquement un courant différentiel résiduel continu de 6 mA dans une seule unité.

Pour la protection contre les courants alternatifs et continus pulsés: ce DC-CDC est destiné à être utilisé avec un DDR du type A conformément à l'IEC 61008 ou à l'IEC 61009 ou avec un DDR du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA.

NOTE La Figure L.1 représente un exemple de DC-CDC selon cette classification.

4.1.1.2 DC-CDC constitué d'une unité C-CDC accouplée mécaniquement à un dispositif de protection séparé

Unité C-CDC capable de détecter et d'évaluer un courant différentiel résiduel continu de 6 mA accouplée mécaniquement à un dispositif de protection séparé:

- a) un DD du type A conformément à l'IEC 61009 ou du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA;
- b) un ID du type A conformément à l'IEC 61008 ou du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA;
- c) un disjoncteur conformément à l'IEC 60898-1.
Pour la protection contre les courants alternatifs et continus pulsés: ce DC-CDC doit être utilisé en série avec un DDR du type A conformément à l'IEC 61008 ou à l'IEC 61009 ou avec un DDR du type F* conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA.

NOTE 1 Cette classification est couverte par l'Annexe M.

NOTE 2 La Figure L.2 représente un exemple de DC-CDC selon cette classification.

4.1.1.3 DC-CDC constitué d'un module C-CDC relié électriquement à un appareil de connexion ou dispositif de protection séparé

Module C-CDC capable de détecter et d'évaluer un courant différentiel résiduel continu de 6 mA relié électriquement à un appareil de connexion séparé:

- a) un DD du type A conformément à l'IEC 61009 ou un DDR du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA;
- b) un ID du type A conformément à l'IEC 61008 ou un DDR du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA;
- c) un disjoncteur conformément à l'IEC 60898-1.

Pour la protection contre les courants alternatifs et continus pulsés: ce DC-CDC doit être utilisé en série avec un DDR du type A conformément à l'IEC 61008 ou à l'IEC 61009 ou avec un DDR du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA.

- d) un interrupteur manœuvré à distance, par exemple un contacteur ou un relais.

Pour la protection contre les courants alternatifs et continus pulsés: ce DC-CDC doit être utilisé en série avec un DDR du type A conformément à l'IEC 61008 ou à l'IEC 61009 ou

avec un DDR du type F conformément à l'IEC 62423 pour une valeur de courant différentiel résiduel ne dépassant pas 30 mA.

L'appareil de connexion peut être un DDR ou un disjoncteur ou encore un interrupteur manœuvré à distance, par exemple un contacteur ou un relais, et peut être actionné en utilisant un dispositif à manque de tension ou par shunt.

NOTE 1 Cette classification est couverte par l'Annexe N.

NOTE 2 La Figure L.3 représente un exemple de DC-CDC selon cette classification.

4.1.2 DP-CDC

DP-CDC avec détection, évaluation et coupure mécanique à courant différentiel résiduel alternatif, continu pulsé et continu de 6 mA intégrées dans une seule unité, approprié pour le sectionnement.

NOTE 1 Cette classification est couverte par l'Annexe O.

NOTE 2 La Figure L.4 représente un exemple de DP-CDC selon cette classification.

4.2 Selon le nombre de pôles

- DD-CDC bipolaire;
- DD-CDC tripolaire;
- DD-CDC tétrapolaire.

4.3 Selon la méthode de connexion

- DD-CDC dont les connexions électriques ne sont pas associées au dispositif de fixation mécanique;
- DD-CDC dont les connexions électriques sont associées au dispositif de fixation mécanique.

NOTE Des exemples de ce type sont:

- type à fixation par boulons;
- type à vis.

Certains DD-CDC peuvent être à fixation par boulons du côté de l'alimentation uniquement, les bornes de sortie étant les bornes habituellement utilisées pour la connexion des circuits.

4.4 Selon le type de bornes

- DD-CDC avec bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre;
- DD-CDC avec bornes sans vis pour conducteurs externes en cuivre;

NOTE 1 Les exigences pour les DD-CDC équipés de ce type de terminaux sont données dans l'Annexe I.

- DD-CDC avec bornes plates à connexion rapide pour conducteurs externes en cuivre;

NOTE 2 Les exigences pour les DD-CDC équipés de ce type de terminaux sont données dans l'Annexe J.

- DD-CDC avec bornes à vis pour conducteurs externes en aluminium;

NOTE 3 Les exigences pour les DD-CDC équipés de ce type de terminaux sont données dans l'Annexe K.

4.5 Selon la plage de température de l'air ambiant

- a) Plage de température de l'air ambiant de -5 °C à 40 °C
- b) Plage de température de l'air ambiant de -25 °C à 40 °C

5 Caractéristiques des DD-CDC

5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques d'un DD-CDC doivent être déclarées de la façon suivante:

- courant assigné I_n (voir 5.2.2);
- courant différentiel continu de fonctionnement assigné $I_{\Delta dc}$ (voir 5.2.3);
- courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné $I_{\Delta ndc}$ (voir 5.2.4);
- tension assignée U_n (voir 5.2.1);
- fréquence assignée (voir 5.2.5);
- pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m (voir 5.2.6);
- degré de protection (voir IEC 60529);
- courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} (voir 5.4.2);
- courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ (voir 5.4.3).

5.2 Valeurs assignées et caractéristiques

5.2.1 Tension assignée (U_n)

5.2.1.1 Tension d'emploi assignée (U_e)

La tension d'emploi assignée d'un DD-CDC (appelée par la suite "tension assignée") est la valeur de la tension attribuée par le constructeur, à laquelle se rapportent ses performances.

NOTE Plusieurs tensions assignées peuvent être attribuées à un même DD-CDC.

5.2.1.2 Tension d'isolement assignée (U_i)

La tension d'isolement assignée d'un DD-CDC est la valeur de la tension attribuée par le constructeur à laquelle se rapportent les tensions d'essai diélectrique et les lignes de fuite.

Sauf spécification contraire, la tension d'isolement assignée est la valeur de la tension assignée maximale du DD-CDC. En aucun cas, la tension assignée maximale ne doit dépasser la tension d'isolement assignée.

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

La tension assignée de tenue aux chocs d'un DD-CDC doit être supérieure ou égale aux valeurs normales de la tension assignée de tenue aux chocs données dans le Tableau 4.

5.2.2 Courant assigné (I_n)

Valeur du courant, attribué par le constructeur au DD-CDC, que celui-ci peut supporter en service ininterrompu.

5.2.3 Courant différentiel continu de fonctionnement assigné ($I_{\Delta dc}$)

Valeur du courant différentiel de fonctionnement, attribuée par le constructeur au DD-CDC, pour laquelle celui-ci doit fonctionner dans des conditions spécifiées.

5.2.4 Courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta ndc}$)

Valeur du courant différentiel de non-fonctionnement, attribuée par le constructeur au DD-CDC, pour laquelle celui-ci ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées.

5.2.5 Fréquence assignée

La fréquence assignée d'un DD-CDC est la fréquence industrielle pour laquelle il est conçu et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

NOTE Plusieurs fréquences assignées peuvent être attribuées à un même DD-CDC.

5.2.6 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Valeur efficace de la composante alternative du courant présumé, attribué par le constructeur, qu'un DD-CDC peut établir, supporter et couper dans des conditions spécifiées.

Les conditions sont celles spécifiées en 9.11.2.2.

5.3 Valeurs normales et préférentielles

5.3.1 Valeurs préférentielles de la tension assignée (U_n)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée sont données dans le Tableau 1:

Tableau 1 – Valeurs préférentielles de la tension assignée

DD-CDC	Circuit alimentant le DD-CDC	Tension assignée des DD-CDC pour emploi dans les systèmes 230 V, 230/400 V ou 400 V V	Tension assignée des DD-CDC pour emploi dans les systèmes 120/240 V ou 240 V V
Bipolaire	Monophasé (entre phase et neutre, phase et phase ou phase et conducteur milieu mis à la terre)	230	120
	Monophasé (entre phase et phase)	400	240
	Monophasé (entre phase et phase, 3 fils)		120/240
	Triphasé (4 fils) (système phase à neutre 230/400 V ou système phase à phase 230 V)	230	
Tripolaire (avec trois voies de courant)	Triphasé (3 fils) (système 400 V, 230/400 V ou 240 V)	400	240
Tétrapolaire	Triphasé (4 fils) (système 230/400 V)	400	
Partout où il est fait référence à 120 V, 120/240 V ou 240 V dans le présent document, il peut également être compris respectivement 100 V, 100/200 V ou 200 V.			
Partout où il est fait référence à 240 V triphasé dans le présent document, il peut également être compris respectivement 100 V ou 120/208 V.			

NOTE Au Japon, les tensions phase-neutre et phase-terre (connecté à la terre) sont pensées différemment, car un réseau monophasé à 2 fils alimenté par une source réseau à 2 fils est dépourvu de point neutre.

5.3.2 Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n)

Les valeurs préférentielles du courant assigné sont 16 A – 20 A – 25 A – 32 A – 40 A – 63 A – 80 A – 100 A – 125 A.

5.3.3 Valeur normale du courant différentiel continu de fonctionnement assigné ($I_{\Delta dc}$)

La valeur normale du courant différentiel résiduel de fonctionnement assigné est 0,006 A.

5.3.4 Valeur normale du courant différentiel continu de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta ndc}$)

La valeur normale du courant différentiel résiduel de non-fonctionnement est 0,5 $I_{\Delta dc}$.

5.3.5 Valeurs préférentielles de la fréquence assignée

Les valeurs préférentielles de la fréquence assignée sont 50 Hz, 60 Hz et 50/60 Hz.

Si une autre valeur est utilisée, la valeur de la fréquence assignée doit être marquée sur l'appareil et les essais doivent être effectués à cette fréquence.

5.3.6 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

La valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m est la plus grande des deux valeurs 10 I_n ou 500 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

5.3.7 Valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur minimale du pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$ est la plus grande des deux valeurs 10 I_n ou 500 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

5.3.8 Valeurs normales et préférentielles du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

5.3.8.1 Valeurs jusqu'à 10 000 A inclus

Jusqu'à 10 000 A inclus, les valeurs du courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} sont normales et sont 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A et 10 000 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

NOTE En Corée du Sud, les valeurs 1 000 A, 1 500 A, 2 000 A, 2 500 A, 7 500 A et 9 000 A sont également considérées comme valeurs normales.

5.3.8.2 Valeurs supérieures à 10 000 A

Pour les valeurs comprises entre 10 000 A et 25 000 A inclus, une valeur préférentielle est 20 000 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

Les valeurs supérieures à 25 000 A ne sont pas prises en considération dans le présent document.

5.3.9 Valeurs normales du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

5.3.9.1 Valeurs jusqu'à 10 000 A inclus

Jusqu'à 10 000 A inclus, les valeurs du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ sont normales et sont 3 000 A, 4 500 A, 6 000 A et 10 000 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

5.3.9.2 Valeurs supérieures à 10 000 A

Pour les valeurs comprises entre 10 000 A et 25 000 A inclus, la valeur préférentielle est 20 000 A.

Les facteurs de puissance associés sont indiqués dans le Tableau 17.

Les valeurs supérieures à 25 000 A ne sont pas prises en considération dans le présent document.

5.3.10 Valeurs limites du temps de fonctionnement

5.3.10.1 Valeurs limites du temps de fonctionnement lors de l'apparition soudaine d'un courant continu

Les valeurs limites du temps de fonctionnement pour les courants différentiels résiduels continus sont données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Valeurs maximales des temps de fonctionnement pour les courants différentiels résiduels continus

Valeurs normales du temps maximum de fonctionnement pour un courant différentiel résiduel continu égal à		
s		
6 mA	60 mA	200 mA
10,0	0,3	0,1

5.3.10.2 Valeurs limites du temps de non-réponse lors de l'apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel alternatif

Les valeurs minimales de temporisation pour les courants différentiels résiduels alternatifs (valeurs efficaces) classés selon 4.1.1.1, 4.1.1.2 c), 4.1.1.3 c) et 4.1.1.3 d) sont données dans le Tableau 3.

Tableau 3 – Valeurs minimales du temps de non-réponse pour les courants différentiels résiduels alternatifs (valeurs efficaces)

Valeurs minimales du (des) temps de non-réponse en cas de courants différentiels résiduels alternatifs (valeurs efficaces) égaux à			
30 mA	60 mA	150 mA	5 A
Pas de déclenchement	0,3	0,08	0,08

5.3.11 Valeur normale de la tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp})

Le Tableau 4 donne les valeurs normales des tensions assignées de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation.

Tableau 4 – Tension assignée de tenue aux chocs en fonction de la tension nominale de l'installation

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp}	Tension nominale de l'installation	
	Systèmes triphasés	Système monophasé avec point milieu à la terre
kV	V	V
2,5		120/240 ^a
4	230/400	120/240 240 ^b

NOTE Pour les tensions d'essai de vérification de l'isolation, voir Tableau 14.

^a Pour les habitudes d'installation au Japon.

^b Pour les habitudes d'installation dans les pays d'Amérique du Nord.

5.4 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)

5.4.1 Généralités

Le Paragraphe 5.4 s'applique:

- aux DC-CDC classés selon 4.1.1.1;
- aux DC-CDC classés selon 4.1.1.2 b);
- aux DC-CDC classés selon 4.1.1.3 b) et d);
- aux DP-CDC classés selon 4.1.2 si le dispositif de protection dans lequel ils sont intégrés est un ID (voir Annexe O).

Les DD-CDC doivent être protégés contre les courts-circuits au moyen de disjoncteurs ou de fusibles conformes à leurs propres normes et conformément aux règles d'installation de l'IEC 60364.

La coordination entre les DD-CDC et les différents DPCC doit être vérifiée sous les conditions générales de 9.11.2.1, au moyen des essais de 9.11.2.3 qui sont destinés à vérifier qu'il y a une protection adéquate des DD-CDC contre les courants de court-circuit jusqu'à la valeur du courant conditionnel de court-circuit I_{nc} et jusqu'à la valeur du courant différentiel résiduel assigné conditionnel de court-circuit $I_{\Delta c}$.

5.4.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Valeur efficace du courant présumé, fixée par le constructeur, qu'un DD-CDC, protégé le cas échéant par un DPCC, peut supporter dans des conditions spécifiées sans altérations irréversibles de ses fonctions.

Les conditions à observer sont celles spécifiées au 9.11.2.3 a).

5.4.3 Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

Valeur du courant différentiel résiduel présumé, fixée par le constructeur, qu'un DD-CDC, protégé le cas échéant par un DPCC, peut supporter dans des conditions spécifiées sans altérations irréversibles de ses fonctions.

Les conditions à observer sont celles spécifiées au 9.11.2.3 c).

6 Marquage et autres informations sur le produit

Dû à des raisons physiques, les courants différentiels résiduels continus pulsés ne permettent qu'une sélectivité limitée pour les DDR du type A ou F en amont avec un courant différentiel résiduel assigné de 30 mA. Les indications du constructeur doivent donc contenir des informations à ce sujet.

Chaque DD-CDC doit être marqué de façon indélébile, soit par toutes les indications énumérées ci-après, soit, pour les appareils plus petits, par certaines d'entre elles:

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type, le numéro de catalogue ou le numéro de série;
- c) la (les) tension(s) assignée(s);
- d) la fréquence assignée: les DD-CDC avec plus d'une fréquence assignée (par exemple, 50/60 Hz) doivent être marqués en conséquence;
- e) le courant assigné;
- f) le courant différentiel résiduel continu de fonctionnement assigné indiqué $I_{\Delta dc} = 0,006 \text{ A}$;
- g) la plage de température de l'air ambiant -25 °C à 40 °C (, le cas échéant);
- h) le pouvoir de fermeture et de coupure assigné, le cas échéant;
- j) le degré de protection (seulement s'il diffère d'IP20);
- k) la position d'emploi, si nécessaire;
- l) le pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné s'il est différent du pouvoir de fermeture et de coupure assigné, le cas échéant;
- m) l'organe de manœuvre du dispositif de contrôle, repéré par la lettre "T";
- n) le schéma de câblage.

Un appareil de connexion associé, le cas échéant, doit être marqué avec les données conformément à la norme de produit applicable pour cet appareil.

Le marquage doit se trouver sur le DD-CDC lui-même ou sur une ou plusieurs plaques signalétiques fixées au DD-CDC et doit être apposé en un endroit tel qu'il soit visible et lisible lorsque le DD-CDC est installé.

Si un degré de protection plus élevé que IP20, selon l'IEC 60529, est marqué sur l'appareil, celui-ci doit y satisfaire, quelle que soit la méthode d'installation. Si le degré de protection plus élevé est obtenu par une méthode spécifique d'installation et/ou en employant des accessoires particuliers (tels que couvre-bornes, enveloppes), cela doit être spécifié dans les ouvrages de référence du constructeur.

Si, pour de petits appareils, la place disponible n'est pas suffisante pour toutes les indications qui doivent être marquées, les indications spécifiées en e), f) et m) au moins doivent être marquées et visibles quand celui-ci est installé. Les indications spécifiées en a), b), c), k), l) et n) peuvent être marquées sur le côté ou sur le dos de l'appareil et être visibles seulement avant l'installation de l'appareil. En alternative, l'information spécifiée en n) peut être marquée à l'intérieur de tout capot qui doit être démonté pour le raccordement à l'alimentation. Les autres indications doivent être données dans les catalogues du constructeur.

Le constructeur doit déclarer l'intégrale de Joule I^2t et le courant crête I_p que peut supporter le DD-CDC. Lorsque ces valeurs ne sont pas déclarées, les valeurs minimales (données dans le Tableau 16) s'appliquent.

Le cas échéant, le constructeur doit donner la (ou les) référence(s) d'un ou plusieurs DPCC approprié(s) dans son (ses) catalogue(s) et dans une fiche accompagnant chaque dispositif.

Pour les DD-CDC manœuvrés au moyen de deux boutons-poussoirs, le bouton-poussoir destiné à l'opération d'ouverture seulement doit être rouge et/ou être marqué du symbole "O".

Le rouge ne doit être utilisé pour aucun autre bouton-poussoir du DD-CDC. Si un bouton-poussoir est utilisé pour la fermeture des contacts et est de toute évidence repéré comme tel, sa position enfoncée est suffisante pour indiquer la position de fermeture.

Si un seul bouton-poussoir est utilisé pour la fermeture et l'ouverture des contacts et est identifié comme tel, le bouton restant dans la position enfoncée est suffisant pour indiquer la position de fermeture. Cependant, si le bouton ne reste pas enfoncé, un dispositif supplémentaire indiquant la position des contacts doit être fourni.

S'il est nécessaire d'établir une distinction entre les bornes d'entrées et de sorties, celles-ci doivent être clairement marquées (par exemple avec les termes "amont" et "aval" près des bornes correspondantes ou par des flèches indiquant le sens du parcours de la puissance).

Les bornes destinées exclusivement au branchement du neutre du conducteur doivent être marquées avec la lettre "N".

Les bornes destinées au conducteur de protection, s'il en existe, doivent être marquées du symbole  (IEC 60417-5019-2006-08).

Le marquage doit être indélébile, facilement lisible et ne doit pas être placé sur des vis, rondelles détachables ou autres parties amovibles.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai de 9.3.

Pour les bornes universelles (pour les conducteurs rigides à âme massive, rigides à âme câblée et souples):

- pas de marquage.

Pour les bornes non universelles:

- les bornes déclarées pour les conducteurs rigides à âme massive uniquement doivent être marquées par la lettre "s" ou par "sol";
- les bornes déclarées pour les conducteurs rigides (massifs ou câbles) uniquement doivent être marquées par la lettre "r".

Il convient de faire apparaître le marquage sur le DD-CDC ou, si la place disponible est insuffisante, sur le plus petit emballage ou dans les informations techniques.

7 Conditions normales de fonctionnement en service et d'installation

7.1 Conditions normales

Les DD-CDC conformes au présent document doivent être capables de fonctionner dans les conditions normales données dans le Tableau 5.

Tableau 5 – Conditions normales de fonctionnement en service

Grandeurs d'influence	Domaine d'emploi normal	Valeurs de référence	Tolérances pour les essais ⁶⁾
Température ambiante ^{1) 7)}	De –5 °C à +40 °C ²⁾ De -25 °C à +40 °C	20 °C	± 5 °C
Altitude	Ne dépassant pas 2 000 m		
Valeur maximale de l'humidité relative à 40 °C	50 % ³⁾		
Induction magnétique d'origine extérieure	Inférieure ou égale à 5 fois l'induction magnétique terrestre dans toutes les directions	Champs magnétiques d'origine terrestre	⁴⁾
Position	Comme indiqué par le constructeur avec une tolérance de 2° dans toutes les directions ⁵⁾	Comme indiqué par le constructeur	2° dans n'importe quelle direction
Fréquence	Valeur de référence ± 5 % ⁶⁾	Valeur assignée	± 2 %
Distorsion de l'onde sinusoïdale	Inférieure ou égale à 5 %	Zéro	5 %

¹⁾ La valeur maximale de la moyenne journalière est de +35 °C.
²⁾ Des valeurs hors de ce domaine sont admises pour des conditions climatiques plus sévères après accord entre constructeur et utilisateur.
³⁾ Des degrés d'humidité relative plus élevés sont admis à des températures plus basses (par exemple 90 % à 20 °C).
⁴⁾ Dans le cas où un DD-CDC est installé à proximité d'un fort champ magnétique, des exigences complémentaires peuvent être nécessaires.
⁵⁾ L'appareil doit être fixé de façon qu'aucune de ses parties ne subisse de déformations susceptibles de gêner son fonctionnement.
⁶⁾ Les tolérances données s'appliquent, sauf spécification contraire dans l'essai spécifique.
⁷⁾ Des limites extrêmes de –20 °C et +60 °C sont admissibles pendant le stockage et le transport, il convient de les prendre en compte dans la conception de l'appareil.

7.2 Conditions d'installation

Les DD-CDC doivent être installés selon les indications du constructeur.

7.3 Degré de pollution

Les DD-CDC couverts par le présent document sont destinés à des environnements présentant un degré de pollution 2, c'est-à-dire que normalement seule une pollution non conductrice apparaît; occasionnellement, toutefois, une conductivité temporaire causée par de la condensation peut être attendue.

8 Exigences de construction et de fonctionnement

8.1 Réalisation mécanique

8.1.1 Généralités

Pour les DC-CDC selon les classifications de 4.1.1.2 et de 4.1.1.3, les unités ou modules séparés, s'il en existe, doivent provenir du même constructeur et porter la même marque ou toutes les parties doivent être déclarées appropriées pour une utilisation avec les autres unités ou modules par leurs constructeurs respectifs.

La détection du courant différentiel et le déclencheur différentiel doivent être situés entre les bornes d'entrée et de sortie du DD-CDC.

Il ne doit pas être possible de modifier les caractéristiques de fonctionnement du DD-CDC par des interventions extérieures.

Le conducteur de protection de l'installation ne doit pas être mis sous tension de telle sorte qu'une tension de contact dangereuse soit créée lorsque le DD-CDC est manœuvré. Un courant permanent dans le conducteur de protection jusqu'à la limite de 1 mA est accepté avec une tension de contact limitée inférieure aux niveaux dangereux selon les normes IEC 60364 et IEC 60479.

Le DD-CDC doit être conçu de telle sorte que dans le cas où son alimentation est coupée, la charge du VE est refusée.

Les DC-CDC selon la classification de 4.1.1.3 doivent être conçus de telle sorte qu'en cas de coupure d'une connexion externe fonctionnelle entre les modules ou unités, la charge du VE soit refusée.

Le DC-CDC doit fournir une indication ou un signal au cas où il s'est déclenché ou s'il a produit un signal ou une action provoquant le déclenchement.

La vérification est effectuée par examen et vérification à la tension assignée, le cas échéant.

Le moyen de protection avec lequel le DC-CDC est déclaré pouvoir être associé doit satisfaire à tous les essais pertinents de sa propre norme de produit avec le DC-CDC connecté comme en usage normal.

8.1.2 Mécanisme

Les contacts mobiles de tous les pôles des DD-CDC multipolaires doivent être accouplés mécaniquement de telle façon que tous les pôles, excepté le pôle neutre, s'il y a lieu, se ferment et s'ouvrent effectivement ensemble, qu'ils soient manœuvrés manuellement ou automatiquement.

Le pôle neutre des DD-CDC tétrapolaires ne doit pas se fermer après et ne doit pas s'ouvrir avant les autres pôles.

La vérification est effectuée par examen visuel et par essai manuel, en employant des moyens appropriés (tels qu'indicateurs lumineux, oscilloscope, etc.).

Les DD-CDC doivent avoir des mécanismes à déclenchement libre.

Les DD-CDC doivent avoir une fonction de réarmement. La fonction de réarmement peut être activée localement ou à distance. Ce réarmement à distance peut également être déclenché en activant le processus de charge.

Si un indicateur mécanique séparé est utilisé pour indiquer la position des contacts principaux, il doit être de couleur rouge pour la position de fermeture et de couleur verte pour la position d'ouverture.

NOTE 1 Aux Etats-Unis, les couleurs rouge et verte ne sont pas utilisées pour indiquer la position du contact.

La vérification est effectuée par examen et par les essais de 9.15.

Lorsque l'organe de manœuvre est utilisé pour indiquer la position des contacts, l'organe de manœuvre, une fois relâché, doit automatiquement prendre ou rester dans 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. Dans ce cas, il doit être nécessaire de réarmer le DD-CDC manuellement avant de pouvoir le refermer.

Lorsqu'il est fait usage d'un voyant lumineux, celui-ci doit être allumé et de couleur vive pour indiquer la position de fermeture du DD-CDC.

Le fonctionnement du mécanisme ne doit pas être influencé par la position des enveloppes ou des capots et doit être indépendant de toute partie amovible.

Un capot scellé en place par le constructeur est considéré comme une partie non amovible.

Si le capot est utilisé comme organe de guidage pour les boutons-poussoirs, il ne doit pas être possible d'enlever les boutons de l'extérieur du DD-CDC.

Les organes de manœuvre, s'il en existe, doivent être solidement fixés sur leurs axes et il ne doit pas être possible de les retirer sans l'aide d'un outil.

Les organes de manœuvre directement fixés aux capots, s'il en existe, sont autorisés. Si l'organe de manœuvre possède un mouvement de haut en bas et de bas en haut, lorsque le DD-CDC est monté comme en usage normal, les contacts doivent être fermés par le mouvement de bas en haut.

NOTE 2 Provisoirement, dans certains pays le mouvement de fermeture du haut vers le bas est permis.

La conformité aux exigences ci-dessus est vérifiée par examen visuel et essai manuel et, pour le mécanisme à déclenchement libre, par les essais de 9.15.

8.1.3 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite

NOTE 1 Voir Annexe B.

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 DD-CDC est destiné à fonctionner dans des environnements avec un degré de pollution 2 et une catégorie de surtension III.

Les distances d'isolement des points 1, 2 et 4 (à l'exception des surfaces accessibles après l'installation, voir Note 2) peuvent être réduites à condition que les distances d'isolement mesurées ne soient pas inférieures au minimum autorisé dans l'IEC 60664-1 pour les conditions de champs homogènes.

NOTE 2 Les surfaces accessibles après l'installation désignent toutes les surfaces accessibles par l'utilisateur lorsque le DD-CDC est installé conformément aux instructions du constructeur. Le doigt d'épreuve peut être appliqué pour déterminer si la surface est accessible ou non.

Dans le cas ci-dessus:

- a) la conformité au point 1 est vérifiée par l'essai de 9.7.7.3.2;
- b) après le traitement à l'humidité décrit en 9.7.1, la conformité des points 2 et 4 et les dispositions du 9.7.2, points b), c), d) et e) sont vérifiées dans l'ordre suivant:
 - des essais selon 9.7.2 à 9.7.6, suivant le cas;
 - un essai selon 9.7.7.2 appliqué avec les tensions d'essai indiquées dans le Tableau 14 et avec les dispositions du 9.7.2 points b), c), d) et e).

Si les mesures ne démontrent aucune réduction des distances d'isolement, les essais selon 9.7.7.2 ou 9.7.7.3.2 ne sont pas appliqués.

La conformité du Point 3 dans le Tableau 6 est vérifiée par la mesure.

Certaines parties des circuits imprimés connectées aux parties actives protégées contre la pollution par l'utilisation d'une protection de type 2 selon l'IEC 60664-3 sont dispensées de cette vérification.

Les matériaux isolants sont classifiés en groupes de matériaux en fonction de leur indice comparatif de résistance aux courants de cheminement (IRC) conformément à 4.8.1 de l'IEC 60664-1:2007.

NOTE 3 L'information sur les exigences pour la conception de l'isolation solide et des essais appropriés est fournie en 5.3 et 6.1.3 de l'IEC 60664-1:2007.

NOTE 4 Pour les distances d'isolement sur les matériaux de circuits imprimés, la note de bas de page 3 du Tableau F.2 de l'IEC 60664-1:2007 peut être utilisée: "Pour les matériaux de circuits imprimés, les valeurs pour le degré de pollution 1 s'appliquent avec pour exception que les valeurs ne doivent pas être inférieures à 0,04 mm, comme spécifié dans le Tableau F.4". Pour les lignes de fuite sur les matériaux de circuits imprimés, les distances du Tableau F.4 de l'IEC 60664-1:2007 peuvent être utilisées s'ils sont protégés par un revêtement conforme aux exigences et aux essais de l'IEC 60664-3.

Le dimensionnement des distances d'isolement et des lignes de fuite pour les intervalles égaux ou inférieurs à 2 mm pour les cartes de circuits imprimés peut être optimisé sous certaines conditions en cas d'utilisation de l'IEC 60664-5. Seuls les niveaux d'humidité HL2 et HL3 sont considérés.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Tableau 6 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales

Description	Distances d'isolement minimales mm			Lignes de fuite minimales ^{e, f} mm														
				Groupe IIIa ^h (175 V ≤ IRC < 400 V) ^d			Groupe II (400 V ≤ IRC < 600 V) ^d			Groupe I (600 V ≤ IRC) ^d								
	Tension assignée V			Tension locale ^e V														
				<i>U_{imp}</i>														
				2,5 kV	4 kV	4 kV												
Description	120/240	120/240	230/400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400	>25 ≤50 ⁱ	120	250	400			
	120	240	230 400															
1. Entre parties actives sous tension qui sont séparées lorsque les contacts principaux sont en position d'ouverture ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	2,0	3,0	3,0	0,9	2,0	3,0	3,0	0,6	1,2	3,0	3,0			
2. Entre parties actives de polarité différente ^a	1,5	3,0	3,0	1,2	1,5	3,0	4,0	0,9	1,5	3,0	3,0	0,6	1,5	3,0	3,0			
3. Entre circuits alimentés par des sources différentes, l'une d'elles étant en TBTP ou TBTS ^g	3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0		3,0	6,0	8,0			

	Distances d'isolement minimales mm		Lignes de fuite minimales ^{e, f} mm					
			Groupe IIIa ^h (175 V ≤ IRC < 400 V) ^d	Groupe II (400 V ≤ IRC < 600 V) ^d	Groupe I (600 V ≤ IRC) ^d			
	Tension assignée V		Tension locale ^e V					
	U_{imp}							
	2,5 kV	4 kV	4 kV	Tension assignée V				
			120/240	230/400	120/240	230/400	120/240	230/400
4. Entre parties actives et								
– les surfaces accessibles des organes de manœuvre;								
– les vis ou autres organes de fixation des capots qui doivent être retirés lors du montage du DD-CDC;								
– la surface sur laquelle le DD-CDC est monté ^{b, i} ;								
– les vis ou les autres organes de fixation du DD-CDC ^{b, i} ;								
– les couvercles ou boîtes métalliques ^{b, i} ;	1,5	3,0	1,5	4,0	1,5	3,0	1,5	3,0
– les autres parties métalliques accessibles ^c								

	Distances d'isolement minimales mm		Lignes de fuite minimales ^{e, f} mm				
			Groupe IIIa ^h (175 V ≤ IRC < 400 V) ^d	Groupe II (400 V ≤ IRC < 600 V) ^d	Groupe I (600 V ≤ IRC) ^d		
	Tension assignée V		Tension locale ^e V				
	U_{imp}						
	2,5 kV	4 kV	4 kV				
– les bâtis métalliques supportant des DD-CDC de type à encastrer.				120/240	230/400	120/240	230/400

8.1.4 Vis, parties transportant le courant et connexions

8.1.4.1 Les assemblages mécaniques et connexions électriques doivent être capables de résister aux efforts mécaniques qui se produisent en service normal.

Les vis mises en œuvre pour le montage du DD-CDC lors de son installation ne doivent pas être du type vis autotaraudeuses à découpe.

Les vis (ou écrous) qui sont utilisées lors du montage du DD-CDC 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 du DD-CDC.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai de 9.4.

Les connexions à vis sont considérées comme vérifiées par les essais de 9.8, 9.11, 9.12, 9.13 et 9.20.

8.1.4.2 Pour les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante et qui sont mises en œuvre lors du montage du DD-CDC pendant l'installation, une introduction correcte de la vis dans le trou fileté ou l'écrou doit être assurée.

La vérification est effectuée par examen et par un essai à la main.

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 prévu sur la partie à fixer, par un évidement dans la partie femelle du filetage ou par l'emploi d'une vis dont le début du filet a été enlevé.

8.1.4.3 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 céramique, 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 vérification est effectuée par examen.

NOTE Le caractère approprié de la matière est estimé par rapport à la stabilité des dimensions.

8.1.4.4 Les parties transportant le courant, y compris les parties destinées aux conducteurs de protection, doivent être faites, le cas échéant, d'un métal ayant, dans les conditions se manifestant dans l'appareil, une résistance mécanique, une conductivité électrique et une résistance à la corrosion suffisantes pour l'utilisation prévue.

Des exemples de matériaux appropriés sont donnés ci-après:

- cuivre;
- alliage contenant au moins 58 % de cuivre pour les pièces obtenues par laminage à froid ou au moins 50 % de cuivre pour les autres;
- autre métal ou métal avec revêtement adapté, résistant aussi bien que le cuivre à la corrosion et ayant des propriétés mécaniques équivalentes.

En cas d'utilisation d'alliages ferreux ou de métal ferreux avec revêtement adapté, la conformité à la résistance à la corrosion est vérifiée par un essai de résistance à la rouille (9.22).

Les exigences du présent 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, parties similaires des bornes et parties du circuit d'essai.

8.1.5 Bornes pour conducteurs externes

8.1.5.1 Les bornes pour conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés de façon que la pression de contact nécessaire soit maintenue de façon permanente.

Des dispositifs de raccordement pour barres sont admis pourvu qu'ils ne soient pas utilisés pour la connexion de câbles.

De tels dispositifs peuvent être du type enfichable ou du type à boulons.

Les bornes doivent être facilement accessibles dans les conditions prévues d'emploi.

La vérification est effectuée par examen, par les essais de 9.5 pour bornes à vis, par des essais spécifiques pour les DD-CDC de type enfichable ou à fixation par boulons inclus dans le document, ou par les essais de l'Annexe I, J ou K, pertinents pour le type de connexion.

8.1.5.2 Les DD-CDC doivent être équipés:

- de bornes qui doivent permettre la connexion des conducteurs en cuivre ayant les sections nominales indiquées dans le Tableau 7; ou

NOTE Des exemples de conceptions possibles de bornes à vis sont donnés dans l'Annexe F.

- de bornes pour conducteurs extérieurs en aluminium non traité et avec bornes à vis en aluminium pour une utilisation avec du cuivre ou avec des conducteurs en aluminium conformément à l'Annexe K.

La vérification est effectuée par examen, par mesures et par l'introduction successive de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section spécifiée.

**Tableau 7 – Sections des conducteurs de cuivre
à connecter pour bornes à vis**

Courant assigné ^{a)}		Plage des sections nominales à serrer ^{b)}	
A		mm ²	
Supérieur à	Inférieur ou égal à	Conducteurs rigides (massifs ou câblés ^{c)})	Conducteurs souples
–	13	1 à 2,5	1 à 2,5
13	16	1 à 4	1 à 4
16	25	1,5 à 6	1,5 à 6
25	32	2,5 à 10	2,5 à 6
32	50	4 à 16	4 à 10
50	63	10 à 25	10 à 16

NOTE Une information sur les AWG est donnée dans l'Annexe G.

a) Une série de DD-CDC ayant la même conception de base, la même conception et réalisation des bornes, les bornes sont pourvues de conducteurs en cuivre de la plus petite section pour le courant assigné minimum et de la plus grande section pour le courant assigné maximum, comme spécifié, massif et câblé, suivant le cas.

b) Il est exigé que, pour des courants assignés jusqu'à 50 A inclus, les bornes soient conçues pour serrer aussi bien des conducteurs massifs que des conducteurs câblés rigides. Toutefois, il est admis que les bornes pour conducteurs de section comprise entre 1 mm² et 6 mm² soient conçues pour serrer seulement des conducteurs massifs.

c) Les conducteurs câblés rigides doivent être utilisés pour les conducteurs de section 1,5 mm² à 50 mm² et doivent être conformes à la classe 2 de l'IEC 60228, relative aux âmes câblées pour câbles monoconducteurs.

8.1.5.3 Les dispositifs de serrage des conducteurs dans les bornes ne doivent servir à la fixation d'aucun autre constituant, bien qu'ils puissent maintenir en place les bornes ou les empêcher de tourner.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 9.5.

8.1.5.4 Les bornes pour courants assignés jusqu'à 32 A inclus doivent permettre la connexion des conducteurs sans préparation spéciale.

La vérification est effectuée par examen.

NOTE L'expression "préparation spéciale" concerne l'étamage des fils conducteurs, l'utilisation de cosses, la formation d'œillets, etc., mais non la remise en forme du conducteur avant son introduction dans la borne ou le torsadage d'un conducteur souple pour en consolider l'extrémité.

8.1.5.5 Les bornes doivent avoir une résistance mécanique appropriée.

Les vis et les écrous pour le serrage des conducteurs doivent avoir un pas métrique ISO ou un filetage d'un pas comparable et d'une résistance mécanique équivalente.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 9.4 et 9.5.2.

8.1.5.6 Les bornes doivent être conçues de manière qu'elles serrent le conducteur sans lui occasionner de dommages majeurs.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 9.5.3.

8.1.5.7 Les bornes doivent être conçues de manière qu'elles serrent le conducteur de façon sûre et entre surfaces métalliques.

La vérification est effectuée par examen et par les essais décrits en 9.4 et 9.5.2.

8.1.5.8 Les bornes doivent être conçues ou positionnées de manière que ni un conducteur rigide à âme massive ni un brin d'un conducteur câblé ne puissent s'échapper lors du serrage des vis ou des écrous.

Cette exigence ne s'applique pas aux bornes pour cosses et barrettes.

La vérification est effectuée par l'essai de 9.5.4.

8.1.5.9 Les bornes doivent être fixées ou situées de façon que, lorsque les vis ou écrous de serrage sont serrés ou desserrés, les bornes ne puissent pas prendre de jeu.

Ces exigences n'impliquent pas que les bornes doivent être conçues de manière telle que leur rotation ou leur déplacement soient empêchés, mais tout mouvement doit être suffisamment limité pour empêcher la non-conformité aux exigences du présent document.

L'utilisation d'une résine ou d'une matière de remplissage est considérée comme suffisante pour empêcher une borne de prendre du jeu à condition que

- la résine ou la matière de remplissage ne soit pas soumise à des contraintes pendant l'usage normal,
- l'efficacité de la résine ou de la matière de remplissage ne soit pas altérée par les températures atteintes par la borne dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans le présent document.

La vérification est effectuée par examen, par mesures et par l'essai de 9.4.

8.1.5.10 Les vis ou écrous de serrage des bornes destinés à la connexion des conducteurs de protection doivent être prémunis de façon adéquate contre un desserrage accidentel et il ne doit pas être possible de les desserrer sans l'aide d'un outil.

La vérification est effectuée par un essai manuel.

En général, les modèles de bornes dont des exemples sont donnés dans l'Annexe F procurent une élasticité suffisante pour répondre à l'exigence; pour d'autres modèles, des dispositions spéciales telles que l'utilisation d'une pièce élastique convenable, qui ne peut pas être retirée par inadvertance, peut être nécessaire.

8.1.5.11 Les vis et écrous destinés à la connexion des conducteurs externes doivent s'engager dans un filetage métallique et les vis ne doivent pas être autotaraudeuses.

8.2 Protection contre les chocs électriques

Les DD-CDC doivent être conçus de telle façon que, lorsqu'ils sont fixés et équipés de conducteurs comme en usage normal, les parties actives ne soient pas accessibles.

NOTE L'expression "usage normal" implique que les DD-CDC sont installés selon les instructions du constructeur.

Une partie est considérée comme "accessible" si elle peut être touchée avec le doigt d'épreuve normalisé (voir 9.6).

Dans le cas des DD-CDC, les parties extérieures autres que les vis ou autres organes de fixation des capots et étiquettes, qui sont accessibles lorsque les DD-CDC sont fixés et

équipés de conducteurs comme en usage normal, doivent être soit en matière isolante, soit entièrement revêtues de matière isolante, à moins que les parties actives ne soient enfermées dans une enveloppe intérieure en matière isolante.

Les revêtements doivent être fixés de façon à ne pas risquer d'être perdus au cours de l'installation du DD-CDC. Ils doivent avoir une épaisseur et une résistance mécanique suffisantes et doivent assurer une protection efficace aux endroits présentant des angles vifs.

Les entrées de câbles ou de conduits doivent être soit en matière isolante, soit équipées de manchons ou dispositifs analogues en matière isolante. Ces dispositifs doivent être fixés de façon sûre et avoir une résistance mécanique suffisante.

Dans le cas des DD-CDC enfichables, les parties extérieures autres que les vis ou autres organes de fixation des capots, qui sont accessibles en usage normal, doivent être en matière isolante.

Les organes de manœuvre métalliques doivent être isolés des parties actives et leurs parties conductrices accessibles, à l'exception de celles permettant d'accoupler les organes de manœuvre isolés de plusieurs pôles, et doivent être revêtus de matière isolante.

Les parties métalliques du mécanisme ne doivent pas être accessibles. Elles doivent être en outre isolées des parties métalliques accessibles, des bâtis métalliques supportant la base des DD-CDC de type encastré, des vis ou autres organes de fixation de la base sur son support et des plaques métalliques utilisées comme support.

Il doit être possible de remplacer facilement les DD-CDC enfichables sans toucher aux parties actives.

Le vernis ou l'émail ne sont pas considérés comme assurant un isolement suffisant au sens du présent paragraphe (8.2).

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 9.6.

8.3 Propriétés diélectriques

Les DD-CDC doivent avoir des propriétés diélectriques adéquates.

Les circuits de commande connectés au circuit principal ne doivent pas être endommagés par des tensions continues élevées résultant des mesures d'isolement qui sont normalement effectuées après que les DD-CDC ont été installés.

La vérification est effectuée par les essais de 9.7.

8.4 Echauffement

8.4.1 Limites d'échauffement

Les échauffements des diverses parties d'un DD-CDC spécifiées dans le Tableau 8, mesurés dans les conditions spécifiées en 9.8.2, ne doivent pas dépasser les limites indiquées dans ce tableau.

Le DD-CDC ne doit pas subir de dommages de nature à nuire à son fonctionnement et à sa sûreté.

Tableau 8 – Valeurs des échauffements

Parties ^{a, b}	Echauffement K
Bornes pour conducteurs externes	65
Parties extérieures susceptibles d'être touchées lors d'une manœuvre manuelle du DD-CDC, y compris les organes de manœuvre en matière isolante et les organes métalliques des moyens de couplage isolés pour le fonctionnement de plusieurs pôles	40
Parties métalliques extérieures des organes de manœuvre	25
Autres parties extérieures, y compris la face du DD-CDC en contact direct avec la surface de montage	60
^a Il n'est pas spécifié de valeurs pour les contacts parce que la conception de la plupart des DD-CDC est telle que la mesure directe de la température de ces parties ne peut être effectuée sans risquer de provoquer des altérations ou déplacements de parties susceptibles d'affecter la reproductibilité des essais. L'essai de fiabilité (voir 9.19) 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 dans le tableau, mais les parties adjacentes en matière isolante ne doivent pas subir de dommages et le fonctionnement du DD-CDC ne doit pas être affecté.	

8.4.2 Température de l'air ambiant

Les limites d'échauffement indiquées dans le Tableau 8 s'appliquent uniquement si la température de l'air ambiant reste entre les limites indiquées dans le Tableau 5.

8.5 Caractéristiques de fonctionnement

Les caractéristiques de fonctionnement des DD-CDC doivent satisfaire aux exigences de 9.9.1, 9.9.2 et 9.9.3, suivant le cas.

8.6 Endurance électrique

Les DD-CDC doivent être capables d'effectuer le nombre d'opérations électriques appropriées.

Le DD-CDC doit résister à un courant d'appel représentant le chargeur typique d'un véhicule électrique.

NOTE L'exigence relative au courant d'appel d'un véhicule électrique est basée sur l'ISO 17409.

La vérification est effectuée par l'essai de 9.10

8.7 Tenue aux courants de courts-circuits

Les DD-CDC doivent pouvoir effectuer un nombre spécifié d'opérations en court-circuit, pendant lesquelles ils ne doivent ni mettre en danger l'opérateur ni donner naissance à un amorçage entre les parties conductrices sous tension ou entre ces dernières et la terre.

La vérification est effectuée par les essais de 9.11.

8.8 Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts

Les DD-CDC doivent avoir une résistance mécanique appropriée pour supporter les contraintes qui leur sont imposées pendant l'installation et l'utilisation.

La vérification est effectuée par l'essai de 9.12.

8.9 Résistance à la chaleur

Les DD-CDC doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La vérification est effectuée par l'essai de 9.13.

8.10 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Les parties extérieures en matière isolante des DD-CDC 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 du présent document.

La vérification est effectuée par examen et par l'essai décrit en 9.14.

8.11 Dispositif de contrôle

Un DD-CDC doit être doté d'un dispositif de contrôle actionné manuellement ou automatiquement, ou les deux, afin de permettre la vérification du circuit de détection à courant continu différentiel résiduel.

S'il existe, le dispositif de contrôle automatique doit être activé à chaque mise en marche et à des intervalles ne dépassant pas une fois par jour.

Pendant les vérifications automatiques, il n'est pas exigé d'ouvrir les contacts.

NOTE 1 Les parties mécaniques du mécanisme sont vérifiées par les essais d'endurance et les contacts sont vérifiés par les essais de court-circuit. Pour cette raison, ces parties sont censées être très fiables et il n'est pas nécessaire de les inclure dans un essai périodique.

En cas de vérification manuelle, le DD-CDC doit déclencher.

NOTE 2 Des exigences supplémentaires et une procédure d'essai pour soumettre à essai les performances manuellement ou automatiquement sont à l'étude.

En cas de détection d'un dysfonctionnement lors d'un essai automatique, le DD-CDC doit provoquer la déconnexion de l'alimentation du VE.

Le conducteur de protection de l'installation ne doit pas être mis sous tension lorsque le dispositif de contrôle est en fonction et il ne doit pas être possible d'alimenter le circuit du côté aval lorsque le DD-CDC est en position d'ouverture et connecté comme en usage normal.

Pour la vérification, le constructeur doit fournir la documentation nécessaire du circuit du dispositif de contrôle.

La vérification est effectuée par les essais de 9.16.

8.12 Comportement des DD-CDC en cas d'ondes de courant produites par des ondes de surtension

Les DD-CDC doivent supporter de façon appropriée les ondes de courant à la terre dues à la charge des capacités de l'installation et les ondes de courant dues à des amorçages dans l'installation.

La vérification est effectuée par les essais de 9.18.

8.13 Fiabilité

Les DD-CDC doivent encore fonctionner de façon sûre, même après un long service, compte tenu du vieillissement de leurs composants.

La vérification est effectuée par les essais de 9.19 et de 9.20.

8.14 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les dispositifs à courant différentiel doivent satisfaire aux exigences de la CEM spécifiées.

La vérification est effectuée par les essais de 9.21.

8.15 Comportement du fonctionnement correct en cas de DD-CDC tripolaires et tétrapolaires alimentés sur deux pôles seulement

Les DD-CDC tripolaires et tétrapolaires doivent pouvoir fonctionner s'ils sont alimentés sur deux pôles seulement.

La vérification est effectuée par les essais de 9.17.

9 Essais

9.1 Généralités

9.1.1 La vérification des caractéristiques des DD-CDC est effectuée par les essais de type.

La liste des essais de type exigés par le présent document est indiquée dans le Tableau 9.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Tableau 9 – Liste des essais de type

Essai	Paragraphe
– Indélébilité du marquage	9.3
– Sûreté des vis, des parties transportant le courant et des connexions	9.4
– Sûreté des bornes pour conducteurs externes	9.5
– Protection contre les chocs électriques	9.6
– Propriétés diélectriques	9.7
– Echauffement	9.8
– Caractéristiques de fonctionnement	9.9
– Endurance mécanique et électrique	9.10
– Comportement des DD-CDC dans des conditions de court-circuit	9.11
– Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	9.12
– Résistance à la chaleur	9.13
– Résistance à la chaleur anormale et au feu	9.14
– Mécanisme à déclenchement libre	9.15
– Fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension assignée	9.16
– Fonctionnement correct en cas de DD-CDC tripolaires et tétrapolaires alimentés sur deux pôles seulement	9.17
– Comportement en cas d'ondes de courant	9.18
– Fiabilité	9.19
– Vieillesse des composants électroniques	9.20
– Compatibilité électromagnétique (CEM)	9.21
– Résistance à la rouille	9.22

9.1.2 En vue d'une certification, les essais de type sont effectués selon une séquence d'essais.

NOTE Le terme "certification" recouvre:

- soit une déclaration de conformité du constructeur;
- soit la certification par tierce partie, par exemple par un organisme certificateur indépendant.

Les séquences d'essais et le nombre d'échantillons à soumettre à ces essais sont indiqués dans l'Annexe A.

Sauf spécification contraire, chaque essai de type (ou séquence d'essais de type) est effectué sur des DD-CDC neufs et à l'état propre, les grandeurs d'influence ayant leurs valeurs de référence normales (voir Tableau 5).

9.1.3 Les essais individuels effectués par le constructeur sur chaque appareil sont donnés dans l'Annexe D.

9.2 Conditions d'essai

Le DD-CDC est monté individuellement, selon les instructions du constructeur, et à l'air libre, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C, sauf spécification contraire, et est protégé contre des variations de température exagérées.

Les DD-CDC prévus pour être installés dans des enveloppes individuelles sont soumis à essai dans la plus petite des enveloppes spécifiées par le constructeur.

NOTE 1 Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue pour n'accepter qu'un seul dispositif.

Sauf spécification contraire, le DD-CDC est équipé des conducteurs appropriés ayant les sections spécifiées dans le Tableau 10 et fixé sur un panneau de contre-plaqué peint en noir mat d'au moins 20 mm d'épaisseur, le mode de fixation étant conforme aux exigences de montage recommandées par le constructeur.

Tableau 10 – Conducteurs d'essais en cuivre correspondant aux courants assignés

Courant assigné		6	13	20	25	32	50
I_n	$I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$	$< I_n \leq$
A	6	13	20	25	32	50	63
S mm ²	1	1,5	2,5	4	6	10	16

NOTE 2 Pour les conducteurs AWG en cuivre, voir Annexe G.

En l'absence de spécifications sur les tolérances, les essais de type sont effectués à des valeurs au moins aussi sévères que celles qui sont spécifiées dans le présent document. Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à la fréquence assignée ± 5 %, la tolérance pour la tension et le courant est de ± 5 %.

Au cours des essais, il n'est autorisé aucune opération d'entretien ou de démontage des échantillons.

Pour les essais de 9.8, 9.9, 9.10, 9.19.3 et 9.20, le DD-CDC est connecté comme suit:

- les connexions sont faites au moyen de conducteurs à âme massive en cuivre, isolés au PVC;
- les connexions sont à l'air libre et leur écartement ne doit pas être inférieur à la distance entre les bornes;
- la longueur minimale de chaque connexion provisoire de borne à borne est de:
 - 1 m pour les sections $\leq 10 \text{ mm}^2$;
 - 2 m pour les sections $> 10 \text{ mm}^2$.

Les couples de serrage qui doivent être appliqués aux vis des bornes sont égaux aux deux tiers de ceux qui sont spécifiés dans le Tableau 11.

Dans le cas des DD-CDC à manœuvre manuelle dépendante, une vitesse de manœuvre de 0,1 (1 ± 25 %) m/s doit être utilisée pendant la mise en œuvre des essais de 9.10 et 9.11. Cette vitesse est mesurée quand et où l'organe de manœuvre de l'appareil d'essai touche l'organe de manœuvre du DD-CDC soumis aux essais. Pour les manettes rotatives, leur vitesse angulaire doit essentiellement correspondre aux conditions ci-dessus, appliquées à la vitesse (mesurée à ses extrémités) de l'organe de manœuvre du DD-CDC soumis aux essais.

9.3 Vérification de l'indélébilité du marquage

L'essai est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et pendant 15 s 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 Kauri butanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C, une température d'ébullition finale 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 du présent document, le marquage doit aussi être facilement lisible.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

9.4 Vérification de la sûreté des vis, des parties transportant le courant et des connexions

La conformité avec les exigences de 8.1.4 est vérifiée par examen et, pour les vis et écrous qui sont manœuvrés lors de la connexion du DD-CDC, 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 les autres cas.

Les vis ou écrous s'engageant 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 clef appropriée, en appliquant le couple indiqué dans le Tableau 11.

Les vis ou écrous doivent être serrés par un mouvement régulier et continu.

L'essai est effectué uniquement avec des conducteurs rigides ayant les sections les plus élevées spécifiées dans le Tableau 7, massif ou câblé selon le cas le plus défavorable. Le conducteur est retiré chaque fois que la vis ou l'écrou est desserré.

Tableau 11 – Diamètres des filetages et couples à appliquer

Diamètre nominal du filetage mm		Couple Nm		
Supérieur à	Inférieur ou égal à	I	II	III
–	2,8	0,2	0,4	0,4
2,8	3,0	0,25	0,5	0,5
3,0	3,2	0,3	0,6	0,6
3,2	3,6	0,4	0,8	0,8
3,6	4,1	0,7	1,2	1,2
4,1	4,7	0,8	1,8	1,8
4,7	5,3	0,8	2,0	2,0
5,3	6,0	1,2	2,5	3,0
6,0	8,0	2,5	3,5	6,0
8,0	10,0	–	4,0	10,0

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.

La colonne II s'applique aux autres vis qui sont serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux vis et aux écrous qui sont serrés par d'autres moyens qu'un tournevis.

Lorsqu'une vis est à tête hexagonale fendue et peut être serrée à l'aide d'un tournevis et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est effectué deux fois, d'abord en appliquant à la tête hexagonale le couple spécifié à la colonne III puis en appliquant sur un

autre échantillon le couple spécifié à la colonne II au moyen d'un tournevis. Si les valeurs des colonnes II et III sont identiques, seul l'essai avec le tournevis est effectué.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas prendre de jeu et aucun dommage, tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers, qui nuirait à l'usage ultérieur du DD-CDC ne doit être constaté.

De plus, les enveloppes et les capots ne doivent pas être endommagés.

9.5 Vérification de la sûreté des bornes à vis pour conducteurs externes en cuivre

9.5.1 La conformité avec les exigences de 8.1.5 est vérifiée par examen, par l'essai de 9.4, un conducteur rigide de la plus grande section spécifiée dans le Tableau 7 étant placé dans la borne (pour les sections nominales supérieures à 6 mm², un conducteur rigide câblé est utilisé, pour les autres sections, un conducteur massif), et par les essais de 9.5.2, 9.5.3 et 9.5.4.

Ces derniers essais sont effectués au moyen d'un tournevis d'essai ou d'une clef appropriée.

9.5.2 Les bornes sont pourvues de conducteurs en cuivre de même type (massifs, câblés ou souples) des sections les plus petites et les plus grandes spécifiées dans le Tableau 7.

Les bornes doivent être appropriées à tous les types de conducteurs: rigides (massifs ou câblés) et souples, sauf spécification contraire du constructeur.

Les bornes doivent être soumises à essai avec la section minimale et maximale de chaque type de conducteurs sur les nouvelles bornes comme suit:

- les essais pour conducteurs massifs doivent utiliser des conducteurs de section 1 mm² à 6 mm², suivant le cas;
- les essais pour conducteurs câblés doivent utiliser des conducteurs de section 1,5 mm² à 50 mm², suivant le cas;
- les essais pour conducteurs souples doivent utiliser des conducteurs de section 1 mm² à 35 mm², suivant le cas.

NOTE Une information sur les AWG est donnée dans l'Annexe G.

Le conducteur est inséré dans une nouvelle borne à la distance minimale prescrite ou si 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 du brin.

Les vis de serrage sont alors serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 11.

Chaque conducteur est alors soumis à une traction de la valeur, en N, indiquée dans le Tableau 12, en fonction de la section correspondante du conducteur soumis à essai.

La traction est appliquée sans à-coups, pendant 1 min, dans la direction de l'axe de l'espace du conducteur.

Lorsque cela est nécessaire, les valeurs d'essai, pour les différentes sections de la force de traction concernée, doivent être clairement indiquées dans le rapport d'essai.

Tableau 12 – Forces de traction

Section du conducteur inséré dans la borne mm ²	Au-dessus de 1 et jusqu'à 4 inclus	Supérieur à 4 et inférieur ou égal à 6	Supérieur à 6 et inférieur ou égal à 10	Supérieur à 10 et inférieur ou égal à 16	Supérieur à 16 et inférieur ou égal à 50
Traction N	50	60	80	90	100

9.5.3 Les bornes sont pourvues de conducteurs en cuivre, de la plus petite et de la plus grande section spécifiées dans le Tableau 7, massifs ou câblés, selon le cas le plus défavorable et les vis des bornes sont serrées, avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 11.

Les vis des bornes sont alors desserrées et la partie du conducteur qui peut avoir été affectée par la borne est examinée.

Les conducteurs ne doivent pas montrer de dommages majeurs ni de brins sectionnés. Les conducteurs sont considérés comme endommagés de façon majeure s'ils laissent apparaître des empreintes profondes ou des entailles.

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas prendre de jeu et aucun dommage tel que bris de vis ou détérioration des fentes de la tête, du filetage, des rondelles ou des étriers qui nuiraient à l'usage ultérieur de la borne ne doit être constaté.

9.5.4 Les bornes sont pourvues de la plus grande section indiquée dans le Tableau 7 pour le conducteur en cuivre câblé et/ou souple.

Avant l'insertion dans la borne, les brins du conducteur sont convenablement remis en forme.

Le conducteur est introduit dans la borne jusqu'à ce qu'il atteigne le fond de la borne ou qu'il apparaisse sur la face opposée de la borne et dans la position la plus susceptible de favoriser l'échappement d'un ou de plusieurs brins. La vis ou l'écrou de serrage est alors serré avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du Tableau 11.

Après l'essai, aucun brin du conducteur ne doit s'être échappé en dehors de la borne.

9.6 Vérification de la protection contre les chocs électriques

Cette exigence s'applique aux parties des DD-CDC accessibles à l'utilisateur quand ils sont montés comme en usage normal.

L'essai est effectué avec le doigt d'épreuve normalisé représenté à la Figure 1 sur le DD-CDC monté comme en usage normal (voir Note en 8.2) et équipé de conducteurs de la plus petite et de la plus grande section qui peuvent être raccordés au DD-CDC.

Le doigt d'épreuve normalisé doit être conçu de façon telle que chacune des sections articulées puisse être tournée d'un angle de 90° par rapport à l'axe du doigt dans une même direction seulement.

Le doigt d'épreuve normalisé est appliqué dans toutes les positions possibles d'un doigt réel, un indicateur de contact électrique étant utilisé pour montrer un contact avec des parties actives.

Il est recommandé d'utiliser une lampe pour l'indication d'un contact, la tension étant d'au moins 40 V. Le doigt d'épreuve normalisé ne doit pas toucher de parties actives.

Les DD-CDC avec enveloppes ou capots en matériau thermoplastique sont soumis à l'essai supplémentaire suivant, qui est effectué à une température ambiante de $35\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, les DD-CDC étant à cette température.

Les DD-CDC sont soumis pendant 1 min à une force de 75 N appliquée par l'intermédiaire de l'extrémité d'un doigt d'épreuve rigide de mêmes dimensions que le doigt d'épreuve normalisé. Ce doigt est appliqué à tous les endroits où un excès de souplesse du matériau isolant pourrait compromettre la sécurité du DD-CDC; il n'est pas appliqué aux parois minces défonçables.

Pendant cet essai, les enveloppes ou capots ne doivent pas se déformer à un degré tel que des parties sous tension puissent être touchées avec le doigt d'épreuve rigide.

Les DD-CDC ouverts ayant des parties non prévues pour être couvertes par une enveloppe sont soumis à cet essai avec un panneau frontal métallique, et montés comme en usage normal.

9.7 Essai des propriétés diélectriques

9.7.1 Résistance à l'humidité

9.7.1.1 Préparation du DD-CDC pour les essais

Les parties du DD-CDC 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 sont ouverts pendant ce traitement.

Les entrées de câbles, s'il en existe, sont laissées ouvertes; s'il existe des entrées défonçables, l'une d'elles est défoncée.

9.7.1.2 Conditions d'essai

Le traitement d'humidité est effectué dans une enceinte humide dont l'air a une humidité relative maintenue entre 91 % et 95 %.

La température de l'air, à tous les endroits où l'échantillon est placé, est maintenue à $\pm 1\text{ °C}$ près à une 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 $T\text{ °C}$ et $T\text{ °C} + 4\text{ °C}$.

9.7.1.3 Procédure d'essai

Maintenir l'échantillon dans l'enceinte pendant 48 h.

NOTE Une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution aqueuse saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3), présentant une surface de contact avec l'air suffisamment grande.

Pour obtenir les conditions spécifiées à l'intérieur de l'enceinte, il est recommandé d'assurer la circulation permanente de l'air et, en général, d'employer une enceinte thermiquement isolée.

9.7.1.4 Etat du DD-CDC après l'essai

Après ce traitement, l'échantillon ne doit pas présenter de dommage au sens du présent document et doit satisfaire aux essais de 9.7.2, 9.7.3, 9.7.4, 9.7.6 et 9.7.7.2 (le cas échéant).

9.7.2 Résistance d'isolement du circuit principal

Le DD-CDC ayant été traité comme spécifié en 9.7.1 est ensuite retiré de l'enceinte humide.

Après une période de repos comprise entre 30 min et 60 min après le traitement, la résistance d'isolement 5 s est mesurée après avoir appliqué une tension continue d'environ 500 V, dans l'ordre suivant:

- a) le DD-CDC étant en position d'ouverture, successivement sur chaque pôle entre chaque paire de bornes qui sont électriquement reliées lorsque le DD-CDC est en position de fermeture;
- b) le DD-CDC étant en position de fermeture successivement entre chaque pôle et les autres pôles reliés entre eux, les composants électroniques raccordés entre les voies de courant étant déconnectés pour cet essai;
- c) le DD-CDC étant en position de fermeture, entre toutes les bornes reliées entre elles et la masse, y compris une feuille métallique ou une partie en contact avec la surface extérieure de l'enveloppe du matériau isolant, mais avec les zones des bornes laissées complètement libres pour éviter la production d'amorçage entre les bornes et la feuille métallique;
- d) entre les parties métalliques du mécanisme et la masse;

NOTE Un accès aux parties métalliques du mécanisme peut être spécialement prévu pour cette mesure.

- e) pour les DD-CDC sous enveloppe métallique avec revêtement intérieur en matière isolante entre la masse et une feuille de métal en contact avec la surface intérieure du revêtement intérieur en matière isolante, s'il y a lieu, y compris les manchons et les dispositifs analogues.

Les mesures a), b et c) sont effectuées après avoir connecté tous les circuits auxiliaires à la masse.

Le terme "masse" comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille de métal en contact avec les surfaces en matière isolante qui sont accessibles après installation dans les conditions normales d'emploi;
- la surface sur laquelle la base du DD-CDC est montée, revêtue si nécessaire, d'une feuille métallique;
- les vis et autres dispositifs pour la fixation de la base sur son support;
- les vis de fixation des capots qui doivent être retirées pour le montage du DD-CDC;
- les parties métalliques des organes de manœuvre mentionnées au 8.2.

Si le DD-CDC est équipé d'une borne destinée à l'interconnexion des conducteurs de protection, cette borne est reliée à la masse.

Pour les mesures selon b), c), d) et e), la feuille métallique est appliquée de façon telle que la matière de remplissage, s'il en existe, soit effectivement soumise à 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.

9.7.3 Rigidité diélectrique du circuit principal

Après que le DD-CDC a satisfait aux essais de 9.7.2, la tension d'essai spécifiée est appliquée 1 min entre les parties indiquées en 9.7.2, les composants électroniques, s'il y a lieu, étant déconnectés pour l'essai.

La tension d'essai doit être de forme pratiquement sinusoïdale et sa fréquence comprise entre 45 Hz et 65 Hz.

La source du courant d'essai doit pouvoir fournir un courant de court-circuit d'au moins 0,2 A.

Aucun déclencheur à maximum de courant 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 les points a) à d) de 9.7.2;
- 2 500 V pour le point e) de 9.7.2.

Appliquer d'abord une tension ne dépassant pas la moitié de la valeur prescrite, puis l'élever en moins de 5 s à la pleine valeur.

Il ne doit se produire ni contournement ni perforation pendant l'essai.

Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

9.7.4 Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des circuits auxiliaires

- a) Les mesures de résistance d'isolement et les essais de rigidité diélectrique pour les circuits auxiliaires sont effectués immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement et de rigidité diélectrique du circuit principal, dans les conditions données en b) et c) ci-après.

Si en service normal, des composants électroniques sont connectés au circuit principal, les connexions temporaires doivent être faites de façon que, pendant les essais, aucune tension n'apparaisse entre les entrées et les sorties de ces composants.

- b) Les mesures de résistance d'isolement sont effectuées:

- entre les circuits auxiliaires connectés ensemble et la masse;
- entre chaque partie du circuit auxiliaire susceptible d'être isolée des autres parties en service normal et le reste des autres parties raccordées ensemble, à une tension continue de 500 V environ, après que la tension a été appliquée pendant 1 min.

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à 2 MΩ.

- c) Une tension sensiblement sinusoïdale, à la fréquence assignée, est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées en b).

Les valeurs de tension à utiliser sont indiquées dans le Tableau 13.

Tableau 13 – Tensions d'essais pour circuits auxiliaires

Tension assignée du ou des circuits auxiliaires (alternative ou continue) V		Tension d'essai V
Supérieure à	Inférieure ou égale à	
0	30	600
30	50	1 000
50	110	1 500
110	250	2 000
250	500	2 500

Au début de l'essai, la tension ne doit pas dépasser la moitié de la valeur spécifiée. Elle est ensuite augmentée de façon continue jusqu'à sa pleine valeur en un temps qui ne doit pas être inférieur à 5 s ni supérieur à 20 s.

Pendant l'essai, aucune perforation ni aucun contournement ne doit apparaître.

NOTE 1 Les décharges qui ne correspondent pas à une chute de tension ne sont pas notées.

Dans le cas de DD-CDC où le circuit auxiliaire n'est pas accessible pour la vérification des exigences données en b), les essais doivent être effectués sur des échantillons spécialement préparés par le constructeur ou selon ses instructions.

NOTE 2 Les circuits auxiliaires ne comprennent pas le circuit de commande des DD-CDC dépendant fonctionnellement de la tension d'alimentation.

Les circuits de commande autres que ceux du circuit secondaire des transformateurs de détection et des circuits de commande connectés au circuit principal sont soumis aux mêmes essais que les circuits auxiliaires.

9.7.5 Circuit secondaire des transformateurs de détection

Le circuit comprenant le circuit secondaire d'un transformateur de détection n'est soumis à aucun essai pour autant qu'il ne soit pas relié à une masse, à un conducteur de protection ou à des parties actives.

9.7.6 Tenue des circuits de commande connectés au circuit principal vis-à-vis des tensions continues élevées pendant les mesures d'isolement

L'essai est effectué sur un DD-CDC fixé sur un support métallique, en position de fermeture, tous les circuits de commande étant connectés comme en service.

Utiliser une source à une tension continue ayant les caractéristiques suivantes:

- tension à vide: $600 \text{ V} + \begin{smallmatrix} 25 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ V}$
- NOTE Cette valeur est provisoire.
- taux d'ondulation maximal: 5 %
où
 - courant de court-circuit: $12 \text{ mA} + \begin{smallmatrix} 2 \\ 0 \end{smallmatrix} \text{ mA}$.

Cette tension d'essai est appliquée pendant 1 min successivement entre chaque pôle et les autres pôles connectés ensemble au châssis.

Après ce traitement, le DD-CDC doit être capable de satisfaire aux essais spécifiés en 9.9.2.3.

9.7.7 Vérification aux tensions de tenue aux chocs (à travers les distances d'isolement et l'isolation solide)

9.7.7.1 Procédure d'essai générale de tenue aux tensions de chocs

Les ondes de choc sont délivrées par un générateur produisant des ondes de choc positives et négatives ayant un temps de montée de $1,2 \mu\text{s}$, et un temps à mi-valeur de $50 \mu\text{s}$, les tolérances étant les suivantes:

- $\pm 5 \%$ pour la valeur de crête;
- $\pm 30 \%$ pour le temps de montée;

– ± 20 % pour le temps à mi-valeur.

Pour chaque essai, appliquer cinq ondes de choc positives et cinq ondes de choc négatives, l'intervalle entre les ondes consécutives étant d'au moins 1 s pour les ondes de même polarité et d'au moins 10 s pour les ondes de polarité différente.

Lorsque l'essai de tension de choc est effectué sur le DD-CDC complet, l'atténuation ou l'amplification de la tension d'essai doit être prise en compte. Il est nécessaire de s'assurer que la valeur exigée de la tension d'essai est appliquée aux bornes de l'équipement soumis à essai.

L'impédance interne de l'appareil d'essai ne doit pas avoir une valeur nominale supérieure à 500 Ω .

En 9.7.7.2, pour la vérification des distances d'isolement dans l'isolation principale sur un DD-CDC 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. Cependant, dans tous les cas, une mesure de la tension d'essai correcte directement à la distance d'isolement est nécessaire.

La forme des ondes de choc est ajustée, le DD-CDC soumis à essai étant raccordé au générateur d'ondes de choc. A cet effet, des diviseurs de tension appropriés et des capteurs de tension doivent être utilisés. Il est recommandé de déconnecter les composants de protection contre les surtensions avant l'essai.

NOTE Pour les DD-CDC avec parafoudre incorporé qui ne peut pas être déconnecté, la forme des ondes est ajustée sans connexion du DD-CDC au générateur d'ondes de choc.

De petites oscillations sont admises dans les ondes de choc, sous réserve que leur amplitude près de la crête de l'onde de choc soit inférieure à 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations de la première moitié du front, des amplitudes allant jusqu'à 10 % de la valeur de crête sont admises.

Aucune décharge disruptive (amorçage, contournement ou perforation) ne doit se produire pendant l'essai.

L'utilisation d'un oscilloscope est recommandée pour observer la tension de choc afin de détecter les décharges disruptives.

9.7.7.2 Vérification des distances d'isolement avec la tenue aux tensions de chocs

Cet essai est effectué immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement décrite en 9.7.4.

Le présent essai s'applique si la mesure des distances d'isolement aux points 2 et 4 du Tableau 6 montre une réduction des distances déclarées.

NOTE La mesure des distances d'isolement du Tableau 6 peut être remplacée par cet essai.

L'essai est effectué sur un DD-CDC en position de fermeture, fixé sur un support métallique.

Les valeurs de la tension de choc d'essai doivent être choisies dans le Tableau 14 selon la tension assignée de tenue aux chocs du DD-CDC donnée dans le Tableau 4. Ces valeurs sont corrigées pour tenir compte de la pression barométrique et/ou de l'altitude à laquelle les essais sont effectués, conformément au Tableau 14.

Une première série d'essais est effectuée en appliquant la tension de choc entre:

- le(s) pôle(s) de phase et le pôle (ou chemin) du neutre connectés entre eux;
- le support métallique raccordé à la ou aux bornes destinées au conducteur de protection, s'il y a lieu.

Une deuxième série d'essais est effectuée en appliquant la tension de choc entre:

- le(s) pôle(s) de phase, connecté(s) entre eux;
- et le pôle (ou chemin) du neutre du DD-CDC, le cas échéant.

Des essais supplémentaires sont effectués en appliquant la tension de choc comme décrit en 9.7.2 b), c), d) et e) et non effectués au cours des deux premières séquences décrites ci-dessus.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive. Si, toutefois, une seule décharge disruptive se produit, dix impulsions supplémentaires ayant la même polarité que celle qui a causé la décharge disruptive sont appliquées, les connexions étant les mêmes que celles avec lesquelles le défaut est apparu.

Aucune autre décharge disruptive ne doit apparaître.

Tableau 14 – Tension d'essai pour la vérification de la tenue aux tensions de chocs

Tension assignée de tenue aux chocs U_{imp} kV	Tensions d'essai en fonction de l'altitude $U_{1,2/50}$ alternative crête kV				
	Niveau de la mer	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
2,5	2,9	2,8	2,8	2,7	2,5
4	4,9	4,8	4,7	4,4	4,0

9.7.7.3 Vérification de la résistance de l'isolation des contacts ouverts et de l'isolation principale à une onde de surs tension en usage normal

9.7.7.3.1 Généralités

Ces essais ne sont pas précédés par le traitement à l'humidité décrit au 9.7.1.

Les essais en 9.7.7.3, énoncés dans les exigences de 8.1.3, sont à effectuer avant ceux de 9.7.1 sur trois échantillons de la séquence d'essai B.

Les valeurs des tensions d'essai doivent être choisies dans le Tableau 14, conformément à la tension assignée de l'installation pour laquelle il est prévu d'utiliser le DD-CDC comme indiqué dans le Tableau 4. Ces valeurs sont corrigées pour tenir compte de la pression barométrique et/ou de l'altitude à laquelle les essais sont effectués.

9.7.7.3.2 DD-CDC en position d'ouverture

Le présent essai s'applique si la mesure des distances d'isolement au point 1 du Tableau 6 montre une réduction des distances déclarées.

La série d'essais est effectuée sur un DD-CDC fixé sur un support métallique comme en usage normal.

Les impulsions sont appliquées entre:

- les bornes d'alimentation raccordées entre elles;

- les bornes de sortie raccordées entre elles, les contacts étant en position d'ouverture.

Aucune décharge disruptive ne doit apparaître pendant l'essai.

9.7.7.3.3 DD-CDC en position de fermeture

La série d'essais est effectuée sur un DD-CDC fixé sur un support métallique, connecté comme en usage normal et en position de fermeture.

Les tensions d'essai du Tableau 14 s'appliquent.

Tous les composants reliant l'isolation principale doivent être déconnectés.

NOTE Si nécessaire, des échantillons séparés peuvent être préparés par le constructeur.

Une première série d'essais est effectuée en appliquant les impulsions entre:

- le(s) pôle(s) de phase et le pôle (ou chemin) du neutre connectés entre eux;
- le support métallique raccordé à la ou aux bornes destinées au conducteur de protection, s'il y a lieu.

Une deuxième série d'essais est effectuée en appliquant les impulsions entre:

- le(s) pôle(s) de phase, connecté(s) entre eux;
- le pôle (ou chemin) du neutre du DD-CDC.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive. Si, toutefois, une seule décharge disruptive se produit, dix impulsions supplémentaires ayant la même polarité que celle qui a causé la décharge disruptive sont appliquées, les connexions étant les mêmes que celles avec lesquelles le défaut est apparu.

Aucune autre décharge disruptive ne doit apparaître.

Par la suite, un nouvel échantillon est soumis à essai conformément à 9.7.7.4.

9.7.7.4 Vérification du comportement des composants reliant l'isolation principale

Un nouvel échantillon de DD-CDC est soumis à essai afin de vérifier que les composants reliant l'isolation principale ne réduisent pas la sécurité face à des surtensions temporaires de courte durée.

Il est nécessaire de s'assurer que les composants, reliant l'isolation principale et ayant été déconnectés pendant l'essai de tension de choc pour vérifier l'isolation principale, ne gênent pas le comportement ou la sécurité de l'isolation principale de l'appareil pendant l'usage normal.

La tension d'essai a une fréquence de 50 Hz/60 Hz. Conformément à l'IEC 60364-4-44:2007, Tableau 44.A.2, et à l'IEC 60664-1, la valeur efficace de la tension d'essai pour l'isolation principale est de $1\,200\text{ V} + U_0$, U_0 est la valeur de tension nominale entre la ligne et le neutre.

L'essai est uniquement effectué sur les DD-CDC, où les composants reliant l'isolation principale doivent être déconnectés pendant l'essai de tension de choc de 9.7.7.3.2.

NOTE 1 A titre d'exemple, pour un DD-CDC avec une tension assignée $U_0 = 250\text{ V}$, la valeur de la tension alternative d'essai pour l'isolation principale est $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$, donc la valeur efficace de la tension d'essai est $1\,450\text{ V}$.

La tension est appliquée pendant 5 s entre:

- le(s) pôle(s) de phase et le pôle (ou chemin) du neutre connectés entre eux;
- et le support métallique raccordé à la ou aux bornes destinées au conducteur de protection, s'il y a lieu.

L'appareil est ensuite inspecté visuellement; il convient qu'aucun composant reliant l'isolation principale ne montre d'altération visible.

NOTE 2 Il est admis de remplacer un fusible avant de raccorder l'appareil au secteur. Si un fusible assurant la protection d'un parafoudre a sauté, il est admis de remplacer également le parafoudre.

Ensuite, l'appareil est raccordé au secteur, conformément aux instructions du constructeur.

Dans les conditions d'essai de 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

9.8 Essai d'échauffement

9.8.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou thermocouples disposés symétriquement autour du DD-CDC à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m du DD-CDC.

Les thermomètres ou thermocouples doivent être protégés contre les courants d'air et les rayonnements de chaleur.

Il convient de prendre garde aux brusques variations de température de façon à éviter les erreurs.

9.8.2 Procédure d'essai

Faire passer un courant égal à I_n simultanément dans tous les pôles du DD-CDC pendant une durée suffisante pour atteindre l'état d'équilibre thermique. En pratique, cette condition est atteinte quand la variation de température ne dépasse pas 1 K par heure.

Pour les DD-CDC tétrapolaires, effectuer d'abord l'essai en faisant passer le courant par les trois pôles de phase seulement.

Répéter ensuite l'essai en faisant passer le courant par le pôle destiné à être connecté au neutre et le pôle adjacent au neutre.

Pendant ces essais, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans le Tableau 8.

9.8.3 Mesure de la température des différentes parties

La température des différentes parties spécifiées dans le Tableau 8 doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques à fils fins ou de moyens équivalents, placés le plus près possible du point le plus chaud accessible.

Une bonne conductivité thermique entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie soumise à essai doit être assurée.

9.8.4 Echauffement d'un élément

L'échauffement d'un élément est la différence entre la température de cet élément, mesurée conformément à 9.8.3, et la température de l'air ambiant, mesurée conformément à 9.8.1.

9.9 Vérification de la caractéristique de fonctionnement

9.9.1 Circuit d'essai et procédure d'essai

Le DD-CDC est installé comme en usage normal.

Le circuit d'essai doit avoir une inductance négligeable.

Les essais sont effectués à 0,85 fois et à 1,1 fois la tension assignée, même en cas d'alimentation entre deux pôles quelconques.

Pour les essais de 9.9.2, le circuit d'essais doit correspondre à la Figure 3. Pour les essais de 9.9.3, le circuit d'essais doit correspondre à la Figure 2.

Les appareils pour la mesure du courant différentiel alternatif doivent afficher (ou permettre de déterminer) la valeur efficace vraie.

NOTE L'information sur l'instrument de mesure est disponible à l'adresse internet suivante (en anglais): http://decisions.iec.org/iecee/SearchCMC.nsf/de_h.xsp?v=ctI

Sauf spécification contraire, les essais sont effectués à vide à une température de référence de $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$.

Le DD-CDC doit être soumis aux essais de 9.9.2 et 9.9.3, suivant le cas. Chaque essai est effectué sur un seul pôle pris au hasard, avec cinq mesures du temps, sauf spécification contraire.

Pour les DD-CDC ayant plus d'une fréquence assignée, les essais doivent être effectués à la fréquence la plus basse et à la fréquence la plus haute.

9.9.2 Vérification du fonctionnement correct des DD-CDC en cas de courant différentiel résiduel continu lissé

9.9.2.1 Vérification du fonctionnement correct en cas de croissance régulière du courant différentiel résiduel continu lissé

Les interrupteurs d'essais S1 et S2 et le DD-CDC soumis à essai étant en position de fermeture, le courant différentiel augmente progressivement à partir d'une valeur inférieure ou égale à 2 mA pour essayer d'atteindre la valeur de 6 mA en moins de 30 s, le courant de déclenchement étant mesuré chaque fois. L'essai est répété cinq fois.

L'interrupteur auxiliaire S3 doit être en position I pour les deux premières mesures et en position II pour le reste des mesures.

Toutes les cinq valeurs mesurées doivent être comprises entre 3 mA et 6 mA continu.

9.9.2.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel résiduel continu lissé

Le circuit d'essai doit être étalonné pour la valeur de 6 mA et les interrupteurs d'essais S1 et S2 étant en position de fermeture, le DD-CDC est fermé sur le circuit de façon à reproduire aussi fidèlement que possible les conditions de service. Cinq mesures du temps de fonctionnement sont effectuées.

L'interrupteur auxiliaire S3 doit être en position I pour les deux premières mesures et en position II pour le reste des mesures.

Aucune de ces valeurs ne doit dépasser la valeur limite spécifiée pour les valeurs données dans le Tableau 2.

9.9.2.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine d'un courant différentiel résiduel continu lissé

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chaque valeur du courant différentiel résiduel spécifiée dans le Tableau 2, l'interrupteur d'essai S2 et le DD-CDC étant en position de fermeture, la tension d'essai est établie brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S1. Cinq mesures du temps de fonctionnement sont effectuées.

L'interrupteur auxiliaire S3 doit être en position I pour les deux premières mesures et en position II pour le reste des mesures.

Cinq mesures du temps de fonctionnement sont effectuées à chaque valeur du courant différentiel résiduel.

Aucun temps de fonctionnement ne doit dépasser les valeurs pertinentes spécifiées dans le Tableau 2.

9.9.2.4 Vérification du fonctionnement correct, en charge

Les essais de 9.9.2.2 et 9.9.2.3 sont répétés, le pôle soumis à essai et un autre pôle du DD-CDC étant chargés au courant assigné I_n , ce courant étant établi brièvement avant l'essai.

Pour l'essai de 9.9.2.3, l'interrupteur S1 et le DD-CDC sont en position de fermeture. Le courant différentiel est établi en fermant S2.

NOTE La mise en charge sous le courant assigné n'est pas représentée à la Figure 3.

9.9.2.5 Essais aux températures limites

Le DD-CDC doit satisfaire aux essais spécifiés en 9.9.2.3 à 1,1 U_n successivement dans les conditions suivantes:

a) température ambiante:

- 1) -5 °C , à vide pour les DD-CDC classés selon a) du 4.5;
- 2) -25 °C , à vide pour les DD-CDC classés selon b) du 4.5.

b) température ambiante: $+40\text{ °C}$, le DD-CDC étant préalablement chargé au courant assigné, jusqu'à l'obtention de l'équilibre thermique.

En pratique, ces conditions sont atteintes quand l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K par heure.

Pour les essais de déclenchement de b), la circulation du courant assigné peut être interrompue, à condition que la période totale d'interruption ne dépasse pas 30 s. Dès que le total des périodes d'interruption atteint 30 s, le DD-CDC doit être de nouveau chargé au courant assigné pendant 5 min avant la prochaine mesure du temps de déclenchement.

Le préchauffage peut être réalisé à toute tension convenable à 50 Hz ou 60 Hz, mais les circuits auxiliaires doivent être alimentés à leur tension normale d'emploi (en particulier pour les composants dépendants de la tension d'alimentation).

9.9.2.6 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés entre deux phases

Cet essai s'applique uniquement aux DD-CDC bipolaires fonctionnant sur une alimentation biphasée.

a) L'essai doit être réalisé conformément à la Figure 4.

Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et le DD-CDC étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu pulsé est augmenté progressivement à partir d'une valeur au plus égale à 2 mA, jusqu'à tenter d'atteindre la valeur de 7 mA dans les 30 s, en mesurant le courant de déclenchement.

Le DD-CDC est soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Le DD-CDC doit déclencher à une valeur comprise entre 3,5 mA et 7 mA.

- b) Une deuxième série d'essais est réalisée pour vérifier le temps de fonctionnement.

Le circuit d'essai étant étalonné successivement aux valeurs de courant de 60 mA et de 200 mA, l'interrupteur d'essai S1 et le DD-CDC étant en position de fermeture, le courant différentiel est brusquement établi en fermant l'interrupteur S2.

Le DD-CDC étant connecté sur des bornes de deux phases choisies au hasard, cinq mesures du temps de fonctionnement sont réalisées pour chaque courant d'essai pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Les temps de fonctionnement doivent être conformes aux valeurs données dans le Tableau 2.

9.9.2.7 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés entre trois phases

Cet essai s'applique uniquement aux DD-CDC tripolaires et tétrapolaires fonctionnant sur une alimentation triphasée.

- a) L'essai doit être réalisé conformément à la Figure 5.

Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et le DD-CDC étant en position de fermeture, le courant différentiel résiduel continu pulsé est augmenté progressivement à partir d'une valeur au plus égale à 2 mA, jusqu'à tenter d'atteindre la valeur de 6,2 mA dans les 30 s, en mesurant le courant de déclenchement.

Le DD-CDC est soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Le DD-CDC doit déclencher à une valeur comprise entre 3,1 mA et 6,2 mA.

- b) Une deuxième série d'essais est réalisée pour vérifier le temps de fonctionnement.

Le circuit d'essai étant étalonné successivement aux valeurs de courant de 60 mA et de 200 mA, l'interrupteur d'essai S1 et le DD-CDC étant en position de fermeture, le courant différentiel est brusquement établi en fermant l'interrupteur S2.

Cinq mesures du temps de fonctionnement sont réalisées pour chaque courant d'essai pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Les temps de fonctionnement doivent être conformes aux valeurs données dans le Tableau 2 du présent document.

9.9.3 Vérification du temps de non-réponse pour des courants différentiels résiduels alternatifs

Un premier essai est effectué, les interrupteurs S1 et S2, ainsi que le DC-CDC, étant en position de fermeture. Le courant différentiel résiduel alternatif augmente progressivement à partir d'une valeur inférieure ou égale à 6 mA pour essayer d'atteindre la valeur de 30 mA en moins de 30 s. Le courant de 30 mA doit être maintenu pendant 10 s.

Le DD-CDC ne doit pas déclencher.

Les essais suivants doivent être effectués le circuit d'essai étant successivement étalonné aux valeurs restantes de courant différentiel résiduel alternatif spécifiées dans le Tableau 3. L'interrupteur d'essai S1 et le DD-CDC étant en position de fermeture, le courant différentiel

est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2 pendant des périodes correspondant au temps de non-réponse minimal applicable, avec une tolérance de $^{+5}_0$ %.

Chaque application du courant différentiel résiduel doit être séparée de la précédente par un intervalle de temps d'au moins 1 min.

Le DD-CDC ne doit déclencher pendant aucun des essais.

9.10 Vérification de l'endurance mécanique et électrique

9.10.1 Conditions générales d'essai

Le DD-CDC est fixé sur un support métallique.

Le DD-CDC est raccordé au circuit comme représenté à la Figure 8 par des conducteurs de dimensions indiquées dans le Tableau 10.

Le DD-CDC doit être manœuvré comme en usage normal.

Les essais sont réalisés au rythme de quatre cycles de manœuvres par minute. Si la conception du DD-CDC ne le permet pas, l'essai réalisé doit être de la durée la plus courte possible, spécifiée par le constructeur. La période "ON" doit avoir une durée comprise entre 1,9 s et 2,1 s.

Les DD-CDC sont soumis à un nombre total de 2 000 cycles de manœuvres, chaque cycle consistant en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

L'essai est réalisé à la tension d'emploi assignée.

Etalonnage du circuit d'essai

- a) le courant est enregistré par un capteur de courant A;
- b) une fois alimenté à la tension d'essai, les ajustements suivants sont effectués:
 - 1) Etalonnage du courant d'appel (R2 et C1): le DD-CDC est remplacé par une liaison BC d'impédance négligeable comparée à celle du circuit d'essai. Les interrupteurs d'essai S2 et S4 sont en position d'ouverture. R2 et C1 sont ajustés de sorte qu'après la fermeture de l'interrupteur d'essai S1 à un angle de phase de 90°, le courant traversant le capteur de courant atteigne une valeur de crête de $200 \text{ A} \pm 10 \text{ A}$ avec une durée de montée $10 \% \leq t_r \leq 90 \%$ de la valeur de crête ne dépassant pas $20 \mu\text{s}$, puis redescende à une valeur de $66 \text{ A} \pm 3 \text{ A}$ à $30 \mu\text{s} + 20 \mu\text{s}$ après la valeur de crête.
 - 2) Etalonnage du courant assigné (X1): la liaison BC étant supprimée, les interrupteurs d'essai S1, S2 et le DD-CDC en position de fermeture et S4 en position d'ouverture, X1 est ajusté de sorte que le courant traversant le capteur de courant soit égal au courant assigné. X1 se compose de résistances et de bobines d'inductance en série (X1). Si des inductances sans fer sont utilisées, une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant traversant l'inductance est raccordée en parallèle avec chacune d'entre elles. Si des inductances avec noyau en fer sont utilisées, les pertes de puissance de ces inductances 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.
 - 3) Etalonnage du courant de précharge (R1) si le courant assigné du DD-CDC est inférieur à 30 A: le DD-CDC étant remplacé par une liaison BC d'impédance négligeable comparée à celle du circuit d'essai et S1, S2 et S4 en position de fermeture, R1 est ajusté de sorte que le courant traversant le capteur de courant soit égal 30 A en valeur efficace. Si le courant assigné de l'appareil est supérieur à 30 A, R1 est remplacée par un circuit ouvert.

Le courant d'appel consiste en deux composantes superposées, débutant en même temps au moment de la fermeture des contacts du DD-CDC:

- le courant d'essai résultant a une valeur de crête maximale de 230 A et correspond à l'Événement 1 de l'ISO 17409:2015, 8.2.2;
- cette valeur de crête peut descendre jusqu'à 30 A en valeur efficace. Ce courant (sinusoïdal) peut durer jusqu'à 1 s et correspond à l'Événement 2 de l'ISO 17409:2015, 8.2.2.

Une forme d'onde de principe est donnée à la Figure 9.

9.10.2 Procédure d'essai

Deux mille manœuvres doivent être effectuées en fermant S1 pour appliquer la tension d'alimentation au DD-CDC de la façon suivante:

- a) Effectuer 1 000 manœuvres en fermant S2 et S4, en fermant le DD-CDC au moyen de l'organe de commande manuelle et en ouvrant S3 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC. Déclencher la manœuvre d'ouverture $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC au moyen de l'organe de commande manuelle du DD-CDC. Après cela, lancer un nouveau cycle de manœuvres.
- b) Effectuer 500 manœuvres en fermant S2 et S4, en fermant le DD-CDC au moyen de l'organe de commande manuelle et en ouvrant S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC. Déclencher la manœuvre d'ouverture $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC en utilisant le dispositif de contrôle, le cas échéant. Après cela, lancer un nouveau cycle de manœuvres.
- c) Si le DD-CDC est dépourvu de dispositif de contrôle, effectuer 500 ou 1 000 manœuvres en fermant S2 et S4, en fermant le DD-CDC au moyen de l'organe de commande manuelle et en ouvrant S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC. Déclencher la manœuvre d'ouverture $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par le DD-CDC en faisant passer un courant différentiel résiduel de fonctionnement de 60 mA par l'un des pôles (non représenté à la Figure 8). Après cela, lancer un nouveau cycle de manœuvres.

9.10.3 Etat du DD-CDC après l'essai

Après les essais de 9.10.3, le DD-CDC ne doit pas présenter:

- d'usure anormale;
- de dommages à l'enveloppe permettant de toucher des parties actives avec le doigt d'épreuve normalisé;
- de desserrage de connexions électriques ou raccordements mécaniques;
- d'écoulement de la matière de remplissage, le cas échéant.

Dans les conditions d'essai de 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué, sans mesure du temps de fonctionnement.

Le DD-CDC doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique comme spécifié en 9.7.3 pendant 1 min, mais à une tension de 900 V sans traitement préalable à l'humidité.

9.11 Vérification du comportement du DD-CDC dans les conditions de court-circuit

9.11.1 Liste des essais de court-circuit

Les divers essais destinés à vérifier le comportement du DD-CDC dans les conditions de court-circuit sont indiqués dans le Tableau 15.

Tableau 15 – Essais à effectuer pour vérifier le comportement des DD-CDC dans des conditions de court-circuit

Vérification de	Paragraphe
Pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.11.2.2
Coordination au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc}	9.11.2.3 a)
Coordination au pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m	9.11.2.3 b)
Coordination au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$	9.11.2.3 c)

9.11.2 Essais de court-circuit

9.11.2.1 Conditions générales d'essai

Les conditions données en 9.11.2.1 s'appliquent à tout essai destiné à vérifier le comportement du DD-CDC dans des conditions de court-circuit.

a) Circuit d'essai

Les Figures 6 et 7 donnent les schémas des circuits à utiliser pour les essais concernant:

- un DD-CDC bipolaire,
- un DD-CDC tripolaire,
- un DD-CDC tétrapolaire.

La source S alimente un circuit comprenant une impédance Z, le DPCC (s'il y a lieu), le DD-CDC soumis à l'essai (D) et la (ou les) impédance(s) supplémentaire(s) Z_1 et/ou Z_2 , suivant le cas.

Les valeurs des résistances et des bobines d'inductance du circuit d'essai doivent être ajustées pour satisfaire aux conditions spécifiées de l'essai.

Les bobines d'inductance L doivent être de préférence sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec les résistances R et leur valeur doit être obtenue par le couplage en séries de bobines d'inductance individuelles; le couplage en parallèle des bobines d'inductance est admis lorsqu'elles ont pratiquement la même constante de temps.

Etant donné que les caractéristiques de la tension transitoire de rétablissement des circuits d'essai comprenant de grosses bobines d'inductance sans fer ne correspondent pas aux conditions habituelles de service, la bobine d'inductance sans fer de chaque phase doit être shuntée par une résistance R absorbant environ 0,6 % du courant traversant la bobine (voir Figure 7). Si le constructeur est d'accord, cette résistance peut ne pas être utilisée.

Si des bobines d'inductance avec noyau en fer sont utilisées, les pertes dans le fer de ces bobines d'inductance ne doivent pas dépasser les pertes qui seraient dues aux résistances raccordées en parallèle avec les bobines d'inductance sans fer.

Dans chacun des circuits d'essai, les bobines d'impédance L sont insérées entre la source d'alimentation S et le DD-CDC.

Le DPCC ou l'impédance équivalente (voir 9.11.2.2 a) et 9.11.2.3 a)) est placé entre l'impédance Z et le DD-CDC.

L'impédance supplémentaire Z_1 , lorsqu'elle est utilisée, doit être insérée en aval du DD-CDC.

Pour les essais de 9.11.2.3 a) et c), le DD-CDC doit être raccordé à des câbles de 0,75 m de longueur par pôle et de section maximale correspondant au courant assigné, en conformité avec le Tableau 7.

Il est recommandé de connecter 0,5 m du côté amont et 0,25 m du côté aval du DD-CDC soumis à essai.

Le schéma du circuit d'essai doit être donné dans le rapport d'essai. Il doit être conforme à la figure appropriée.

Il doit y avoir un point et un seul du circuit d'essai raccordé directement à la terre; ce peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source ou tout autre point convenable. La manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Z_2 , convenablement calibrée, est une impédance utilisée pour obtenir l'un des courants suivants:

- un courant différentiel de $10 I_{\Delta dc}$ de façon à provoquer le fonctionnement du DD-CDC dans le temps de fonctionnement approprié le plus court spécifié dans le Tableau 2;
- le courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$.

S_1 est un interrupteur auxiliaire.

Pour la vérification des valeurs minimales de I^2t et I_p que doivent supporter les DD-CDC comme indiqué dans le Tableau 16, des essais de court-circuit doivent être effectués. Le DPCC, s'il y a lieu, doit être adapté et réalisé soit par un fil d'argent, soit par un fusible (comme proposé dans l'Annexe H) ou par n'importe quel autre moyen. Le constructeur peut spécifier le type de DPCC à employer pour les essais.

Pour les besoins de cet essai, une vérification de la sélection convenable et de l'adaptation du DPCC (I^2t et I_p) est effectuée avant les essais, en remplaçant le DD-CDC par une connexion temporaire d'impédance négligeable.

Les valeurs minimales de l'énergie limitée I^2t et du courant de crête I_p , basées sur un angle électrique de 45°, sont données dans le Tableau 16.

Sans un accord du constructeur, ces valeurs ne doivent pas être supérieures à 1,1 fois les valeurs données dans le Tableau 16.

Tableau 16 – Valeurs minimales de I^2t et de I_p

		I_n A								
I_{nc} et I_{Ac} A		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32	≤ 40	≤ 63	≤ 80	≤ 100	≤ 125
500	I_p (kA)	0,45	0,47	0,5	0,57					
	I^2t (kA ² s)	0,4	0,45	0,53	0,68					
1 000	I_p (kA)	0,65	0,75	0,9	1,18					
	I^2t (kA ² s)	0,50	0,9	1,5	2,7					
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5	1,9	2,1			
	I^2t (kA ² s)	1	1,5	2,4	4,1	9,75	22			
3 000	I_p (kA)	1,1	1,2	1,4	1,85	2,35	3,3	3,5	3,8	3,95
	I^2t (kA ² s)	1,2	1,8	2,7	4,5	8,7	22,5	26	42	72,5
4 500	I_p (kA)	1,15	1,3	1,5	2,05	2,7	3,9	4,3	4,8	5,6
	I^2t (kA ² s)	1,45	2,1	3,1	5,0	9,7	28	31	45	82,0
6 000	I_p (kA)	1,3	1,4	1,7	2,3	3	4,05	4,7	5,3	5,8
	I^2t (kA ² s)	1,6	2,4	3,7	6,0	11,5	25	31	48	65,0
10 000	I_p (kA)	1,45	1,8	2,2	2,6	3,4	4,3	5,1	6	6,4
	I^2t (kA ² s)	1,9	2,7	4	6,5	12	24	31	48	60,0

NOTE 1 A la demande du constructeur, des valeurs supérieures d' I^2t et d' I_p peuvent être utilisées.

Pour des valeurs intermédiaires des courants d'essai de court-circuit, le courant de court-circuit immédiatement supérieur doit être appliqué.

La vérification des valeurs minimales d' I^2t et d' I_p n'est pas nécessaire si le constructeur a indiqué pour les DD-CDC des valeurs supérieures aux valeurs minimales, auquel cas ces valeurs indiquées doivent être vérifiées.

Pour la coordination avec les disjoncteurs, les essais avec cette combinaison sont nécessaires.

Toutes les parties conductrices du DD-CDC normalement raccordées à la terre en service, y compris le support métallique sur lequel le DD-CDC est fixé ou toute enveloppe métallique (voir 9.11.2.1 f)) doivent être reliées au point neutre de la source ou à un neutre artificiel pratiquement non inductif permettant un courant de défaut présumé d'au moins 100 A.

Cette connexion doit comprendre un fil de cuivre F de 0,1 mm de diamètre et de longueur au moins égale à 50 mm pour déceler le courant de défaut et, si nécessaire, une résistance R_2 limitant la valeur du courant de défaut présumé à environ 100 A.

Les capteurs de tension sont connectés:

- entre les bornes du pôle pour les DD-CDC unipolaires;
- entre les bornes d'alimentation pour les DD-CDC multipolaires.

Sauf spécification contraire figurant 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 DD-CDC sont alimentés à la tension assignée (ou, s'il y a lieu, à la plus petite valeur de la plage de tensions assignées).

Dans le cas des DD-CDC s'ouvrant automatiquement en cas de coupure de la tension d'alimentation, pour que les manœuvres de coupure puissent être effectuées, il est nécessaire, soit de positionner le dispositif T établissant le court-circuit côté aval du DD-CDC, soit d'insérer un dispositif supplémentaire en aval pour établir le court-circuit.

b) Tolérances sur les grandeurs d'essai

Tous les essais concernant la vérification du pouvoir de coupure et de fermeture assigné et la vérification de la coordination correcte entre les DD-CDC et le DPCC doivent être effectués aux valeurs des grandeurs et facteurs d'influence fixés par le constructeur, en accord avec le Tableau 5 du présent document, sauf spécification contraire.

Les essais sont considérés comme satisfaisants si les valeurs efficaces figurant dans le rapport d'essai diffèrent des valeurs spécifiées dans les limites suivantes:

- courant: $+5\%$
 0
- fréquence: voir 9.2
- facteur de puissance: 0
 $-0,05$
- tension (y compris la tension de rétablissement): $\pm 5\%$

c) Facteur de puissance du circuit d'essai

Le facteur de puissance de chaque phase du circuit d'essai doit être déterminé par une méthode reconnue, qui doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Deux exemples sont indiqués dans l'Annexe E.

Le facteur de puissance d'un circuit polyphasé est considéré comme étant la valeur moyenne des facteurs de puissance de chaque phase.

Le facteur de puissance doit être conforme au Tableau 17.

Tableau 17 – Facteurs de puissance pour les essais de court-circuit

Courant de court-circuit (I_c) A	Facteur de puissance
$I_c \leq 500$	0,95 à 1,00
$500 < I_c \leq 1\,500$	0,93 à 0,98
$1\,500 < I_c \leq 3\,000$	0,85 à 0,90
$3\,000 < I_c \leq 4\,500$	0,75 à 0,80
$4\,500 < I_c \leq 6\,000$	0,65 à 0,70
$6\,000 < I_c \leq 10\,000$	0,45 à 0,50
$10\,000 < I_c \leq 25\,000$	0,20 à 0,25

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 DD-CDC soumis à essai.

NOTE 2 La valeur de 105 % de la tension assignée est destinée à couvrir les effets de variation de la tension du système dans les conditions de service normales. La limite supérieure peut être augmentée, après accord du constructeur.

Après chaque extinction de l'arc, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,1 s.

e) Etalonnage du circuit d'essai

Le DD-CDC soumis à essai et, le cas échéant, le DPCC sont remplacés par des connexions temporaires G_1 d'impédance négligeable comparée à celle du circuit d'essai.

Pour l'essai de 9.11.2.3 a), les bornes aval du DD-CDC sont court-circuitées au moyen des connexions G_2 d'impédance négligeable, l'impédance Z est réglée de façon à obtenir à la tension d'essai un courant égal au courant conditionnel de court-circuit assigné au facteur de puissance prescrit; le circuit d'essai est alimenté simultanément sur tous les pôles et la courbe de courant est enregistrée avec capteur de courant.

De plus, pour les essais de 9.11.2.2, 9.11.2.3, b) et c) les impédances supplémentaires Z_2 et/ou Z_1 sont utilisées, si nécessaire, de façon à obtenir les valeurs de courant d'essai exigées (respectivement (I_m et $I_{\Delta C}$)).

f) Etat du DD-CDC pour l'essai

Les DD-CDC doivent être soumis à essai à l'air libre en conformité avec 9.11.2.1 f) i), sauf s'ils sont conçus seulement pour l'utilisation en enveloppes spécifiées par le constructeur ou sont prévus seulement pour l'utilisation en enveloppes individuelles, auxquels cas ils doivent être soumis à essai selon 9.11.2.1 f) ii) ou, avec l'agrément du constructeur, selon 9.11.2.1 f) i).

NOTE 3 Une enveloppe individuelle est une enveloppe conçue pour ne recevoir qu'un seul appareil.

Le DD-CDC doit être manœuvré en simulant d'aussi près que possible la manœuvre manuelle.

1) Essai à l'air libre

Le DD-CDC à soumettre à essai est installé comme représenté à la Figure C.1.

La feuille de polyéthylène et la barrière en matériau isolant prescrites dans l'Annexe C sont placées, comme représenté à la Figure C.1, seulement pour les manœuvres d'ouverture (O).

La (les) grille(s) spécifiée(s) dans l'Annexe C doit (doivent) être placée(s) de telle sorte que le volume des gaz ionisés émis la (les) traverse. Elle(s) doit (doivent) être placée(s) dans la (les) position(s) la (les) plus défavorable(s).

NOTE 4 Si l'emplacement des orifices d'échappement d'arc n'est pas évident, il convient que le constructeur fournisse l'information appropriée.

Le ou les circuit(s) de grille (voir Figure C.3) doit (doivent) être connecté(s) aux points B et C comme l'indiquent les schémas de circuit d'essai de la Figure 6.

La résistance R' doit avoir une valeur de $1,5 \Omega$. Le fil de cuivre F' (voir Figure C.3) doit avoir une longueur de 50 mm et un diamètre de 0,12 mm pour les DD-CDC de tension assignée 230 V ou un diamètre de 0,16 mm pour les DD-CDC de tension assignée 400 V.

NOTE 5 Les valeurs pour les autres tensions sont à l'étude.

Pour les courants d'essai inférieurs ou égaux à 1 500 A, la distance a doit être de 35 mm.

Pour les courants d'essai plus élevés, et jusqu'à I_{nc} , la distance a peut être accrue et/ou des barrières supplémentaires ou des dispositifs d'isolation peuvent être introduits selon la déclaration du constructeur; si a est augmentée, elle doit être choisie dans la série 40 mm – 45 mm – 50 mm – 55 mm et déclarée par le constructeur.

2) Essai en enveloppes

La grille et la barrière en matériau isolant représentées à la Figure C.1 ne sont pas utilisées.

L'essai doit être exécuté, le DD-CDC installé dans l'enveloppe qui a la disposition constructive la plus défavorable et placé dans les conditions les plus défavorables.

Cela signifie que si d'autres DD-CDC (ou autres appareillages) sont normalement installés dans la ou les direction(s) où les grilles seraient placées, il convient qu'ils y soient installés. Il convient que ces DD-CDC (ou autres appareillages) soient alimentés comme en usage normal, mais à travers F' et R' comme défini en 9.11.2.1 f) i) et raccordés comme représenté à la Figure 6.

En accord avec les instructions du constructeur, des barrières ou d'autres moyens ou des distances d'isolement appropriées peuvent être nécessaires pour empêcher les gaz ionisés d'affecter l'installation.

La feuille de polyéthylène décrite dans l'Annexe C est placée comme représenté à la Figure C.1, à une distance de 10 mm de l'organe de manœuvre, et pour les opérations "O" seulement.

g) Séquence des manœuvres

L'essai consiste en une séquence de manœuvres.

Les symboles suivants sont utilisés pour définir cette séquence:

- O représente une manœuvre d'ouverture, le court-circuit étant établi par l'interrupteur T, le DD-CDC et le DPCC, s'il y a lieu, en position de fermeture;
- CO représente une manœuvre de fermeture du DD-CDC, l'interrupteur T et le DPCC, s'il y a lieu, étant en position de fermeture, suivie d'une ouverture automatique (dans le cas d'un DPCC voir 9.11.2.3);
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit, il doit être de 3 min, un temps plus long peut être exigé pour le réarmement ou le remplacement du DPCC, s'il y a lieu.

h) Comportement du DD-CDC pendant les essais

Pendant les essais, le DD-CDC ne doit pas mettre l'opérateur en danger.

De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre les pôles ou entre les pôles et la masse, ni fusion du fusible F et, le cas échéant, du fusible F'.

i) État du DD-CDC après les essais

Après chacun des essais applicables effectués selon 9.11.2.2, 9.11.2.3, a), b) et c), les DD-CDC ne doivent présenter aucune détérioration susceptible de compromettre leur emploi ultérieur, et être capables, sans entretien, de résister aux essais suivants:

- essais de rigidité diélectrique conformes à 9.7.3, effectués dans un délai de 2 h à 24 h après les essais de court-circuit, mais sous une tension de deux fois sa tension assignée, pendant 1 min, sans traitement préalable à l'humidité;
- établir et couper son courant assigné sous sa tension assignée.

Au cours de ces essais, après les essais effectués aux conditions spécifiées au point a) de 9.7.2, il doit être vérifié que l'indicateur de la position des contacts donne l'indication "ouvert" et que pendant l'essai effectué aux conditions spécifiées au point b) de 9.7.2, l'indicateur de la position des contacts donne l'indication "fermé".

Dans les conditions d'essai du 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

La feuille de polyéthylène ne doit pas présenter de trous visibles à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

j) Interprétation des enregistrements

- 1) Détermination de la tension appliquée et de la tension de rétablissement à fréquence industrielle

La tension appliquée et la tension de rétablissement à fréquence industrielle sont déterminées d'après l'enregistrement correspondant à l'essai de coupure effectué avec le DD-CDC soumis à essai. La tension appliquée est évaluée comme indiqué à la Figure 26.

La tension côté amont doit être mesurée pendant le premier cycle après extinction de l'arc sur tous les pôles et après que les phénomènes haute fréquence ont disparu.

- 2) Détermination du courant de court-circuit présumé

La composante alternative du courant présumé est prise égale à la valeur efficace de la composante alternative du courant d'étalonnage (valeur correspondant à A_2 de la Figure 26).

S'il y a lieu, le courant de court-circuit présumé doit être la moyenne des courants présumés dans toutes les phases.

9.11.2.2 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude du DD-CDC à établir, à supporter pendant un temps spécifié et à couper des courants de court-circuit tandis qu'un courant différentiel provoque le fonctionnement du DD-CDC.

- a) Conditions d'essai

Le DD-CDC est soumis à essai dans les conditions générales d'essai décrites en 9.11.2.1 sans DPCC inséré dans le circuit.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DD-CDC et par des connexions ayant approximativement la même impédance que le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste en position de fermeture.

- b) Procédure d'essai

Effectuer la séquence de manœuvre suivante avec un courant de fonctionnement différentiel de $10 I_{\Delta ndc}$ traversant l'interrupteur S_1 et la résistance R_2 :

CO – t – CO – t – CO.

9.11.2.3 Vérification de la coordination entre le DD-CDC et le DPCC

Ces essais sont destinés à vérifier que le DD-CDC protégé par le DPCC est capable de supporter sans dommage des courants de courts-circuits jusqu'à son courant conditionnel de court-circuit assigné (voir 5.3.9).

Le courant de court-circuit est interrompu par l'association DD-CDC et du DPCC.

Pendant l'essai soit le DD-CDC et le DPCC, soit le DPCC seulement peuvent fonctionner. Toutefois si le DD-CDC seulement s'ouvre, l'essai est aussi considéré comme satisfaisant.

Le DPCC est remplacé ou réarmé suivant le cas après chaque essai.

Les essais suivants sont effectués (voir aussi Tableau 15) dans les conditions générales décrites en 9.11.2.1:

- un essai (voir 9.11.2.3 a)) pour vérifier que, pour le courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} , le DPCC protège le DD-CDC. L'essai est effectué en l'absence de tout courant différentiel;

- un essai (voir 9.11.2.3 b)) pour vérifier que, pour les courants de court-circuit de valeur correspondant au pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m , le DPCC fonctionne et protège DD-CDC. L'essai est effectué en l'absence de tout courant différentiel;
- un essai (voir 9.11.2.3 c)) pour vérifier qu'en cas de courts-circuits phase terre, pour des courants jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$, le DD-CDC est capable de supporter les contraintes correspondantes.

Pour les manœuvres de coupure, l'interrupteur auxiliaire T est synchronisé par rapport à l'onde de tension de façon que le point d'initiation d'un pôle soit $45^\circ \pm 5^\circ$. Le même pôle doit servir de référence aux fins de synchronisation pour les différents échantillons.

a) Vérification de la coordination au courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DD-CDC et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste ouvert: il n'est pas établi de courant différentiel.

2) Procédure d'essai

Appliquer la séquence d'essais suivante:

O – t – CO

b) Vérification de la coordination au pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)

1) Conditions d'essai

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DD-CDC et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste ouvert: il n'est pas établi de courant différentiel.

2) Procédure d'essai

Appliquer la séquence d'essais suivante:

O – t – CO – t – CO

c) Vérification de la coordination au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

1) Conditions d'essai

Le DD-CDC doit être soumis à essai suivant les conditions spécifiées en 9.11.2.1, mais il doit être raccordé de telle façon que le courant de court-circuit soit un courant différentiel.

L'essai est effectué sur un pôle seulement qui ne doit pas être le neutre de sectionnement du DD-CDC.

Les voies de courant qui ne sont pas parcourues par le courant différentiel de court-circuit sont connectées à la source d'alimentation par leurs bornes terminales.

Les connexions G_1 d'impédance négligeable sont remplacées par le DD-CDC et par le DPCC.

L'interrupteur auxiliaire S_1 reste en position de fermeture.

2) Procédure d'essai

Appliquer la séquence d'essais suivante:

O – t – CO – t – CO

9.12 Vérification de la résistance aux secousses mécaniques et aux chocs

9.12.1 Secousses mécaniques

9.12.1.1 Dispositif de contrôle

Le DD-CDC est soumis à des secousses mécaniques en utilisant l'appareil représenté à la Figure 11. Un socle de bois A est fixé sur un bloc de béton et une plateforme de bois B est articulée par charnière sur le socle A. Cette plateforme porte une plaque de bois C qui peut être fixée à différentes distances de la charnière et dans deux positions verticales. L'extrémité de B porte sur une plaque de butée métallique D qui repose sur un ressort hélicoïdal ayant une constante de flexion de 25 N/mm.

Le DD-CDC est fixé sur la plaque verticale de façon telle que la distance entre l'axe horizontal de l'échantillon et B soit de 180 mm, la plaque verticale étant à son tour fixée de façon que la distance entre la surface de fixation et la charnière soit de 200 mm comme le représente la Figure 11.

Sur C, à l'opposé de la surface de fixation du DD-CDC, une masse supplémentaire est fixée de telle sorte que la force statique sur D soit de 25 N afin d'être assuré que le moment d'inertie du système complet soit pratiquement constant.

9.12.1.2 Procédure d'essai

Le DD-CDC étant en position de fermeture, mais sans être relié à aucune source de courant, soulever la plateforme par son extrémité libre et la laisser tomber ensuite 50 fois d'une hauteur de 40 mm, l'intervalle de temps entre les chutes successives étant tel que l'échantillon revienne au repos.

Fixer ensuite le DD-CDC sur le côté opposé de la plaque verticale C et laisser à nouveau tomber la plateforme 50 fois comme précédemment. Après cet essai, faire tourner la plateforme C de 90° autour de son axe vertical et, si nécessaire, régler à nouveau sa position de façon que l'axe vertical de symétrie du DD-CDC soit à 200 mm de la charnière.

Laisser ensuite tomber la plateforme B 50 fois comme précédemment, le DD-CDC étant d'un côté de C et 50 fois avec le DD-CDC du côté opposé.

Avant chaque changement de position, ouvrir et fermer le DD-CDC à la main.

Le DD-CDC ne doit pas s'ouvrir pendant les essais.

9.12.2 Chocs mécaniques

9.12.2.1 La vérification est effectuée sur les parties accessibles du DD-CDC, monté dans les conditions normales d'emploi (voir Note en 8.2), qui peuvent être soumises à des chocs mécaniques en usage normal, par l'essai de 9.12.2.2 pour tous les types de DD-CDC et de plus par les essais de

– 9.12.2.3 pour les DD-CDC prévus pour être montés sur rails.

NOTE Les DD-CDC destinés seulement à être totalement enfermés ne sont pas soumis à cet essai.

9.12.2.2 Les échantillons sont soumis à des chocs au moyen de l'appareil d'essai de chocs comme représenté aux Figures 12 à 14.

La tête de la pièce de frappe a une surface hémisphérique de 10 mm de rayon, en polyamide de dureté Rockwell HR 100. La pièce de frappe a une masse de $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$ et est fixée rigidement à l'extrémité inférieure d'un tube d'acier de 9 mm de diamètre extérieur et de 0,5 mm d'épaisseur pivotant à son extrémité supérieure de façon à n'osciller que dans un plan vertical.

L'axe du pivot est à $1\,000\text{ mm} \pm 1\text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

Pour déterminer la dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide, les conditions suivantes sont appliquées:

- diamètre de la bille: $12,7\text{ mm} \pm 0,002\,5\text{ mm}$;
- charge initiale: $100\text{ N} \pm 2\text{ N}$;
- surcharge: $500\text{ N} \pm 2,5\text{ N}$.

NOTE 1 Des renseignements complémentaires concernant l'établissement de la dureté Rockwell des matières plastiques sont indiqués dans la Publication ASTM D 785-08.

La conception de l'appareil d'essai est telle qu'il faut exercer une force entre $1,9\text{ N}$ et $2,0\text{ N}$ sur la face de la pièce de frappe pour maintenir le tube en position horizontale.

Les DD-CDC pour montage en saillie sont montés sur une plaque de contreplaqué de 8 mm d'épaisseur, de forme carrée de 175 mm de côté, fixée à ses bords supérieurs et inférieurs à une console rigide qui fait partie du support de montage représenté à la Figure 14.

Ce support doit avoir une masse de $10\text{ kg} \pm 1\text{ kg}$ et doit être monté sur un châssis rigide par l'intermédiaire de pivots. Ce châssis est fixé à une paroi massive.

Les DD-CDC de type encastré sont montés dans un dispositif, comme indiqué à la Figure 15, qui est fixé au support.

Les DD-CDC pour montage en tableau sont montés dans un dispositif, comme représenté à la Figure 16, qui est fixé au support.

Les DD-CDC destinés à être fixés sur un rail sont montés sur le rail approprié qui est fixé rigidement sur le support de montage.

La conception de l'appareil d'essai est telle que:

- l'échantillon puisse être déplacé horizontalement et puisse tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface de contreplaqué;
- le contreplaqué puisse tourner autour d'un axe vertical.

Le DD-CDC, avec ses capots s'il y a lieu, est monté comme en usage normal, sur le contreplaqué ou dans le dispositif approprié, suivant le cas, de telle façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical contenant l'axe de rotation du pendule.

Les entrées de câbles qui ne sont pas obturées par une paroi défonçable sont laissées ouvertes. Si elles sont défonçables, deux d'entre elles sont défoncées.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases, des couvercles et analogues sont serrés avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 12.

La pièce de frappe d'une hauteur de 10 cm , sur les surfaces qui sont accessibles quand le DD-CDC est monté dans les conditions normales d'emploi.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position du point de contrôle, lorsque le pendule est libéré, et la position de ce point au moment de l'impact. Le point de contrôle est repéré sur la surface de la pièce de frappe où la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculaire au plan traversant les deux axes, entre en contact avec la surface.

NOTE 2 Il convient théoriquement que le centre de gravité de la pièce de frappe soit le point de contrôle. Comme il est difficile de déterminer le centre de gravité, le point de contrôle a été choisi comme décrit ci-dessus.

Dix coups sont appliqués à chaque DD-CDC, deux d'entre eux étant appliqués à l'organe de manœuvre et les autres régulièrement répartis sur les parties de l'échantillon pouvant être soumises à des chocs.

Les coups ne sont pas appliqués aux surfaces défonçables ni aux ouvertures recouvertes d'un matériau transparent.

En général, un coup est appliqué sur chaque face latérale de l'échantillon après l'avoir fait tourner autour d'un axe vertical, aussi loin que possible, mais pas au-delà de 60°, et les deux autres à peu près à mi-distance entre le coup sur l'une des faces latérales et le coup sur l'organe de manœuvre.

Les autres coups sont appliqués de la même façon après avoir fait tourner l'échantillon de 90° autour de son axe perpendiculaire au contreplaqué.

S'il existe des entrées de câbles ou des entrées défonçables, l'échantillon est monté de façon que les deux lignes de coups soient disposées autant que possible à égale distance de ces orifices.

Les deux coups sur l'organe de manœuvre doivent être appliqués: un lorsque l'organe de manœuvre est en position de fermeture et l'autre alors que l'organe de manœuvre est en position d'ouverture.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens du présent document. En particulier, les capots qui, s'ils sont brisés, rendent les parties sous tension accessibles ou altèrent l'usage ultérieur du DD-CDC, les organes de manœuvre, les revêtements ou cloisons en matériau isolant et analogues ne doivent pas présenter de tels dommages.

En cas de doute, il est vérifié que le démontage et le remplacement des parties externes, telles qu'enveloppes ou couvercles, est possible sans endommager ni ces parties, ni leur revêtement.

NOTE 3 Une détérioration de la finition, de faibles enfoncements qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances d'isolement dans l'air en dessous des valeurs spécifiées au 8.1.3 et de petits éclats qui ne mettent pas en cause la protection contre les chocs électriques ne sont pas retenus.

Lors de l'essai des DD-CDC destinés à être fixés par vis aussi bien que sur un rail, l'essai est effectué sur deux lots de DD-CDC, l'un étant fixé au moyen de vis, l'autre étant monté sur un rail.

9.12.2.3 Les DD-CDC destinés à être montés sur un rail sont montés comme en usage normal sur un rail fixé rigidement sur une paroi rigide verticale, sans câbles connectés et sans couvercles ou plaques de recouvrement.

Une force verticale de 50 N est appliquée vers le bas par un mouvement régulier et continu pendant 1 min sur la face avant du DD-CDC et suivie immédiatement d'une force verticale vers le haut de 50 N pendant 1 min (Figure 17).

Durant cet essai, le DD-CDC ne doit pas prendre de jeu et après l'essai, le DD-CDC ne doit pas présenter de dommage susceptible d'affecter son usage ultérieur.

9.13 Essai de résistance à la chaleur

9.13.1 Les échantillons, sans capots amovibles éventuels, sont maintenus pendant 1 h dans une étuve à une température de $100\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, les capots amovibles éventuels sont maintenus pendant 1 h dans l'étuve à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

Au cours de l'essai, ils ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur et la matière de remplissage éventuelle ne doit pas avoir coulé au point que des parties sous tension soient devenues apparentes.

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 sous tension qui ne sont normalement pas accessibles lorsque les échantillons sont montés comme en usage normal, même si le doigt d'épreuve normalisé est appliqué avec une force ne dépassant pas 5 N.

Dans les conditions d'essai du 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{Adc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

Après l'essai, les marquages doivent encore être lisibles.

Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement de la matière de remplissage ne sont pas retenus, pourvu que la sécurité ne soit pas affectée au sens du présent document.

9.13.2 Les parties extérieures en matériau isolant des DD-CDC, nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant, ou les parties du circuit de protection, sont soumises à un essai à la bille, au moyen de l'appareil représenté à la Figure 18. Les pièces isolantes nécessaires au maintien des bornes des conducteurs de protection dans un boîtier doivent être soumises à essai comme spécifié en 9.13.3.

La partie à soumettre à essai est placée sur un support en acier, la surface appropriée étant disposée horizontalement et une bille d'acier de 5 mm de diamètre est appliquée contre cette surface avec une force de 20 N.

L'essai est effectué dans une étuve à une température de $125\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$.

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.

9.13.3 Les parties extérieures en matériau isolant des DD-CDC 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 à la bille selon 9.13.2, mais l'essai est effectué à une température de $70\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, ou à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai de 9.8, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

NOTE Pour les essais selon 9.13.2 et 9.13.3, les bases des DD-CDC du type montage en saillie sont à considérer comme des parties extérieures.

Les essais des 9.13.2 et 9.13.3 ne sont pas effectués sur des parties en matériau céramique.

Si deux ou plusieurs parties isolantes, spécifiées aux 9.13.2 et 9.13.3 sont réalisées en même matériau, l'essai est effectué seulement sur une de ces parties, selon respectivement le 9.13.2 ou le 9.13.3.

9.14 Essai de résistance à la chaleur anormale et au feu

L'essai au fil incandescent est effectué sur un DD-CDC complet conformément à l'IEC 60695-2-10 dans les conditions suivantes:

- pour les parties extérieures en matériau isolant des DD-CDC nécessaires au maintien des parties transportant le courant et des parties du circuit de protection, par l'essai fait à la température de $960\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$;
- pour toutes les autres parties extérieures en matériau isolant, par un essai fait à la température de $650\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$.

NOTE Pour les besoins de cet essai, les bases des DD-CDC du type pour montage en saillie sont à considérer comme des parties extérieures.

Si les parties isolantes des groupes ci-dessus sont réalisées dans le même matériau, l'essai est effectué seulement sur l'une d'entre elles, selon la température appropriée de l'essai au fil incandescent.

L'essai n'est pas effectué sur des parties en matériau céramique.

L'essai au fil incandescent est effectué pour s'assurer qu'un fil d'essai chauffé électriquement dans des conditions d'essai définies n'entraîne pas l'inflammation des parties isolantes ou qu'une partie du matériau isolant, susceptible de s'enflammer dans des conditions définies à cause du fil d'essai chauffé, brûle pendant un temps limité sans propager le feu par flamme ou parties enflammées ou par des gouttelettes tombant de la partie soumise à essai.

L'essai est effectué sur trois échantillons, les points d'application de l'essai au fil incandescent sont différents d'un échantillon à l'autre.

Le fil incandescent ne peut pas être appliqué directement à la zone des bornes ou à la chambre de coupure ou à la zone du dispositif de déclenchement magnétique, où le fil incandescent ne peut pas pénétrer profondément sous la surface extérieure sans toucher des pièces de métal relativement grandes ou des céramiques, qui refroidiraient rapidement le fil incandescent et en plus limiteraient la quantité de matériau isolant en contact avec le fil incandescent. Dans cette situation, les parties garantissent la sévérité minimale de l'essai par refroidissement du fil incandescent et en limitant l'accès au matériau isolant à l'essai.

Pendant l'essai, l'échantillon doit être disposé dans la position la plus défavorable susceptible d'apparaître dans le cadre de l'utilisation prévue (avec la surface soumise à essai en position verticale).

Si une pièce interne du matériau isolant influence l'essai avec un résultat négatif, il est permis de retirer la (les) partie(s) interne(s) identifiée(s) du matériau isolant d'un nouvel échantillon. Ensuite, l'essai au fil incandescent doit être répété au même endroit sur ce nouvel échantillon.

En accord avec le constructeur et comme méthode alternative, il est acceptable d'enlever la partie en cours d'examen dans son intégralité et de la soumettre à essai séparément (voir IEC 60695-2-11:2014, Article 4).

L'échantillon est considéré comme ayant satisfait à l'essai au fil incandescent, si

- 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 mousseline ne doit pas s'être enflammé et la planche en bois de pin blanc ne doit pas être roussie.

9.15 Vérification du mécanisme à déclenchement libre

9.15.1 Conditions générales d'essai

Le DD-CDC est monté et équipé comme en usage normal.

Il est soumis à essai dans un circuit pratiquement non inductif dont le schéma est représenté à la Figure 3.

9.15.2 Procédure d'essai

Etablir un courant différentiel égal à $1,5 I_{\Delta ndc}$ en fermant l'interrupteur S_2 , le DD-CDC étant en position de fermeture et l'organe de manœuvre étant maintenu dans la position de fermeture. Le DD-CDC doit déclencher.

Répéter cet essai en manœuvrant lentement l'organe de manœuvre du DD-CDC pendant environ 1 s jusqu'à la position où le courant commence à circuler. Le déclenchement doit s'effectuer sans autre mouvement de l'organe de manœuvre.

Effectuer les deux essais trois fois, au moins une fois sur chaque pôle prévu pour être raccordé à une phase.

Si le DD-CDC est équipé de plus d'un organe de manœuvre, le fonctionnement en déclenchement libre est vérifié pour tous les organes de manœuvre.

9.16 Vérification du fonctionnement du dispositif de contrôle aux limites de la tension assignée

- Le DD-CDC étant alimenté sous une tension égale à 0,85 fois sa tension assignée, le dispositif de contrôle est momentanément activé 25 fois, à des intervalles de 5 s, le DD-CDC étant réenclenché avant chaque manœuvre.
- L'essai a) est ensuite répété à 1,1 fois la tension assignée.
- L'essai b) est ensuite répété, mais une seule fois, en maintenant en position de fonctionnement l'organe de manœuvre du dispositif de contrôle pendant 30 s.

Pour tous les essais, le DD-CDC doit fonctionner. Après l'essai, l'échantillon ne doit montrer aucune altération susceptible de compromettre son emploi ultérieur.

Pour vérifier que les ampères-tours provoqués par les manœuvres du dispositif de contrôle sont inférieurs à 10 fois les ampères-tours produits par un courant égal à $I_{\Delta dc}$, à 0,85 fois la tension assignée, l'impédance du circuit du dispositif de contrôle est mesurée et le courant d'essai est calculé en tenant compte de la configuration du circuit du dispositif de contrôle.

Si pour une telle vérification, le démontage du DD-CDC s'avère nécessaire, un échantillon séparé doit être utilisé.

NOTE La vérification de l'endurance du dispositif de contrôle est considérée comme couverte par les essais de 9.10.

9.17 Vérification du fonctionnement correct en cas de DD-CDC tripolaires et tétrapolaires alimentés sur deux pôles seulement

Les essais doivent être effectués selon 9.9.2.1 et 9.9.2.3, mais le DD-CDC est uniquement alimenté entre la borne du neutre et la borne d'une phase choisie au hasard pour les appareils tétrapolaires ou entre 2 bornes de phases choisies au hasard pour les appareils tripolaires à la fréquence assignée et sans charge. Les raccordements sont réalisés selon la Figure 3.

L'essai est effectué à 0,85 fois U_e et à 1,1 fois U_e .

9.18 Vérification du comportement des DD-CDC en cas d'ondes de courant produites par des ondes de surtension

9.18.1 Essai de tenue à l'onde de courant (essai à l'onde récurrente amortie 0,5 µs/100 kHz) pour tous les DD-CDC

Le DD-CDC est soumis à essai à l'aide d'un générateur de surtension capable de fournir une onde de courant oscillatoire amortie comme représenté à la Figure 19. La Figure 20 représente un exemple de schéma de circuit pour le raccordement du DD-CDC.

Un pôle du DD-CDC choisi au hasard doit être 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 DD-CDC du même type (mêmes I_n et $I_{\Delta dc}$) pour satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur de crête: $200 \text{ A }^{+10}_{-0} \%$
- temps de montée virtuel: $0,5 \text{ µs } \pm 30 \%$
- période de l'onde transitoire suivante: $10 \text{ µs } \pm 20 \%$
- chacune des crêtes successives: environ 60 % de la crête précédente

Pendant l'essai, le DD-CDC ne doit pas déclencher. Après l'essai à l'onde récurrente amortie, le fonctionnement correct du DD-CDC est vérifié par un essai selon 9.9.2.3 à $I_{\Delta dc}$ seulement avec mesure du temps de déclenchement.

9.18.2 Vérification du comportement aux ondes de courant jusqu'à 3 000 A (essai à l'onde de courant 8/20 µs)

9.18.2.1 Conditions d'essai

Le DD-CDC est soumis à essai à l'aide d'un générateur de courant capable de fournir une onde de courant amortie 8/20 µs (IEC 60060-2) comme représenté à la Figure 24. La Figure 25 représente un exemple de schéma de circuit pour le raccordement du DD-CDC.

Un pôle du DD-CDC choisi au hasard doit être 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 DD-CDC du même type et même I_n pour satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur de crête: $3\,000 \text{ A }^{+10}_{-0} \%$
- temps de montée virtuel: $8 \text{ µs } \pm 20 \%$
- temps virtuel à la moitié de la valeur: $20 \text{ µs } \pm 20 \%$
- valeur de crête du courant inverse: moins de 30 % de la valeur de crête.

Il y a lieu d'ajuster le courant à la forme asymptotique du courant. Pour les autres échantillons du même type avec le même I_n , il convient que le courant inverse, s'il y a lieu, ne dépasse pas 30 % de la valeur de crête.

9.18.2.2 Résultats d'essai

Pendant l'essai, le DD-CDC peut déclencher. Après chaque déclenchement, le DD-CDC doit être à nouveau fermé.

Après les essais à l'onde de courant, le fonctionnement correct du DD-CDC est vérifié par un essai selon 9.9.2.3, à $I_{\Delta dc}$ seulement, avec mesure du temps de fonctionnement.

9.19 Vérification de la fiabilité

9.19.1 Généralités

La vérification est effectuée par les essais de 9.19.2 et de 9.19.3.

Pour les DD-CDC multicalibres, les essais doivent être effectués au calibre le plus bas.

9.19.2 Essai climatique

9.19.2.1 Généralités

L'essai est basé sur l'IEC 60068-2-30 en tenant compte de l'IEC 60068-3-4.

9.19.2.2 Chambre d'essais

La chambre doit être construite comme indiqué à l'Article 4 de l'IEC 60068-2-30:2005. L'eau de condensation doit être évacuée de la chambre en permanence et ne doit pas être réutilisée tant qu'elle n'a pas été purifiée. Seule de l'eau distillée doit être utilisée pour le maintien de l'humidité de la chambre d'essai.

Avant de pénétrer à l'intérieur de la chambre, l'eau distillée doit avoir une résistivité minimale de $500 \Omega m$ et une valeur de pH de $7,0 \pm 0,2$. Pendant et après l'essai, il convient que la résistivité ne soit pas inférieure à $100 \Omega m$ et que la valeur de pH reste dans la plage $7,0 \pm 1,0$.

9.19.2.3 Sévérité

Les cycles sont effectués dans les conditions suivantes:

- température la plus élevée: $55^\circ C \pm 2^\circ C$;
- nombre de cycles: 28.

9.19.2.4 Procédure d'essai

La procédure d'essai doit être conforme à l'Article 4 de l'IEC 60068-2-3:2000 et de l'IEC 60068-3-4.

a) Vérification initiale

Effectuer une vérification initiale en soumettant le DD-CDC à l'essai de 9.9.2.3, mais seulement à $I_{\Delta dc}$.

b) Conditionnement

- 1) Introduire le DD-CDC dans la chambre, monté et équipé de conducteurs comme en usage normal. Il doit être en position de fermeture.
- 2) Période de stabilisation (voir Figure 21).

La température du DD-CDC doit être stabilisée à $25^\circ C \pm 3^\circ C$:

- i) soit en plaçant le DD-CDC dans une chambre séparée de la chambre d'essais avant de l'introduire dans celle-ci;

- ii) soit en réglant la température de la chambre d'essais à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ après l'introduction du DD-CDC dans la chambre et en la maintenant dans ces limites jusqu'à ce que la stabilité thermique soit atteinte.

Durant la stabilisation de la température par l'une quelconque de ces méthodes, l'humidité relative doit être à l'intérieur des limites prescrites pour les conditions atmosphériques normales d'essais (voir Tableau 5).

Pendant la dernière heure, le DD-CDC étant dans la chambre d'essais, l'humidité relative doit être augmentée jusqu'à être d'au moins 95 % à une température ambiante de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$.

3) Description du cycle de 24 h (voir Figure 22)

- i) La température de la chambre doit être élevée d'une façon continue jusqu'à la valeur de la température supérieure prescrite en 9.19.2.3.

Cette température supérieure doit être obtenue en un temps égal à $3\text{ h} \pm 30\text{ min}$ et à une vitesse comprise dans les limites définies par l'aire hachurée de la Figure 22.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être d'au moins 95 %. Pendant cette période, de la condensation doit se former sur le DD-CDC.

La condition pour que la condensation se produise implique que la température de surface du DD-CDC soit inférieure à celle du point de rosée de l'atmosphère; ce qui signifie qu'il convient que l'humidité relative soit 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 pendant 12 h avec une tolérance de $\pm 30\text{ min}$ comptées à partir de l'instant de début du cycle à une valeur pratiquement constante dans les limites de $\pm 2\text{ °C}$ prescrites pour la température la plus haute.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être de $93\% \pm 3\%$, sauf pendant les 15 premières et les 15 dernières minutes pendant lesquelles elle doit être comprise entre 90 % et 100 %.

Il ne doit pas se produire de condensation sur le DD-CDC pendant les 15 dernières minutes.

- iii) La température doit ensuite diminuer jusqu'à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ en un temps compris entre 3 h et 6 h. Au début, pendant 1,5 h, la vitesse d'abaissement de la température doit être telle que, si elle était maintenue comme il est indiqué à la Figure 22, la température de $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ serait atteinte en $3\text{ h} \pm 15\text{ min}$.

Pendant la période de diminution de température, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %, sauf au cours des premières 15 min pendant lesquelles elle doit être d'au moins 90 %.

- iv) La température doit ensuite être maintenue à $25\text{ °C} \pm 3\text{ °C}$ avec une humidité relative d'au moins 95 % jusqu'à ce que le cycle de 24 h soit achevé.

9.19.2.5 Rétablissement

A la fin de l'exécution des cycles, le DD-CDC ne doit pas être retiré de la chambre d'essais.

La porte de la chambre d'essais doit être ouverte et la régulation en température et humidité coupée.

Il faut attendre le rétablissement des conditions de l'atmosphère ambiante (température et humidité) pendant une période de 4 h à 6 h avant d'effectuer les mesures finales.

Pendant les 28 cycles, le DD-CDC ne doit pas déclencher.

9.19.2.6 Vérification finale

Dans les conditions d'essai spécifiées en 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

9.19.3 Essai à la température de 40 °C

Le DD-CDC est installé comme en usage normal sur une paroi de contreplaqué de 20 mm d'épaisseur environ peinte en noir mat.

Pour chaque pôle, un conducteur de 1 m de longueur et de section nominale spécifiée dans le Tableau 10, est raccordé à l'entrée et à la sortie du DD-CDC, les vis ou écrous de ces bornes étant serrés avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le Tableau 11. L'ensemble est placé dans une étuve.

Le DD-CDC est chargé avec un courant égal au courant assigné sous une tension appropriée et est soumis à une température de $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ pendant 28 cycles, chaque cycle comprenant 21 h avec un courant et 3 h sans courant. Le courant est interrompu par un interrupteur auxiliaire, le DD-CDC n'étant pas manœuvré.

Pour les DD-CDC tétrapolaires, trois pôles seulement sont chargés.

A la fin de la dernière période de 21 h avec courant, l'échauffement des bornes est déterminé au moyen de couples thermoélectriques à fils fins. Cet échauffement ne doit pas dépasser 65 K.

Après cet essai, le DD-CDC est laissé dans l'étuve pour qu'il refroidisse, sans courant, approximativement jusqu'à la température ambiante.

Dans les conditions d'essai spécifiées en 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

9.20 Vérification du vieillissement des composants électroniques

Le DD-CDC est placé pendant une période de 168 h dans 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, le DD-CDC est laissé dans l'étuve pour qu'il refroidisse, sans courant, approximativement jusqu'à la température ambiante. Les parties électroniques ne doivent pas présenter de défauts.

Dans les conditions d'essai spécifiées en 9.9.2.3, le DD-CDC doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta dc}$. Un seul essai est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure de temps de fonctionnement.

NOTE Un exemple pour le circuit de cet essai est donné à la Figure 23.

9.21 Compatibilité électromagnétique (CEM)

9.21.1 Essais couverts par le présent document

Les essais indiqués dans le Tableau 18 sont couverts par le présent document et il n'est pas nécessaire de les répéter.

Tableau 18 – Essais couverts par le présent document

Référence des Tableaux 4 et 5 de l'IEC 61543:1995/AMD1:2004	Phénomènes électromagnétiques	Essais du présent document
T 1.3	Variation d'amplitude de la tension	9.9.1
T 1.4	Déséquilibre de tension	9.9.1
T 1.5	Variations de la fréquence industrielle	9.2
T 1.8	Champs magnétiques	9.11
T 2.4	Transitoires oscillatoires de courant	9.18

9.21.2 Essais complémentaires

Les essais énumérés dans le Tableau 19 doivent être effectués selon les séquences d'essais H, I et J énumérées dans l'Annexe A du présent document.

Tableau 19 – Essais à effectuer conformément à l'IEC 61543

Référence des Tableaux 4, 5 et 6 de l'IEC 61543:1995/AMD1:2004 ¹⁾	Phénomènes électromagnétiques
T 1.1	Harmoniques, interharmoniques
T 1.2	Transmission de signaux sur le secteur
T 2.3	Ondes de choc
T 2.1	Tensions ou courants induits oscillatoires
T 2.5	Champ électromagnétique rayonné
T 2.2	Transitoires rapides (salves)
T 2.6	Perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquence inférieure à 150 kHz
T 3.1	Décharges électrostatiques
Le critère de performance pour 5.1.1 est $0,5 I_{\Delta dc}$. La référence à l'IEC 61008-1 et à 9.9.2.3 est remplacée par l'IEC 62955 et à 9.9.2.3.	
¹⁾ Partout où l'expression "DDR" est mentionnée dans l'IEC 61543, elle doit être lue comme "DD-CDC". Au lieu de " $I_{\Delta n}$ ", il faut lire " $I_{\Delta dc}$ ".	

Pour les dispositifs incorporant un oscillateur permanent, l'essai du CISPR 14-1 doit être effectué sur les échantillons avant les essais de l'IEC 61543.

9.22 Essai de résistance à la rouille

Les parties à soumettre à essai sont dégraissées par immersion pendant 10 min dans un dégraissant chimique froid tel du méthyle-chloroformé ou de l'essence raffinée. Elles sont alors plongées pendant 10 min dans une solution à 10 % de chlorure d'ammonium dans de l'eau maintenue à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Sans les sécher, mais après avoir secoué des gouttes éventuelles, elles sont suspendues pendant 10 min dans une enceinte à atmosphère saturée d'humidité à une température de $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$.

Après que les pièces ont été séchées pendant 10 min dans une étuve à une température de $(100 \pm 5) ^\circ\text{C}$, leur surface ne doit présenter aucun signe de rouille.

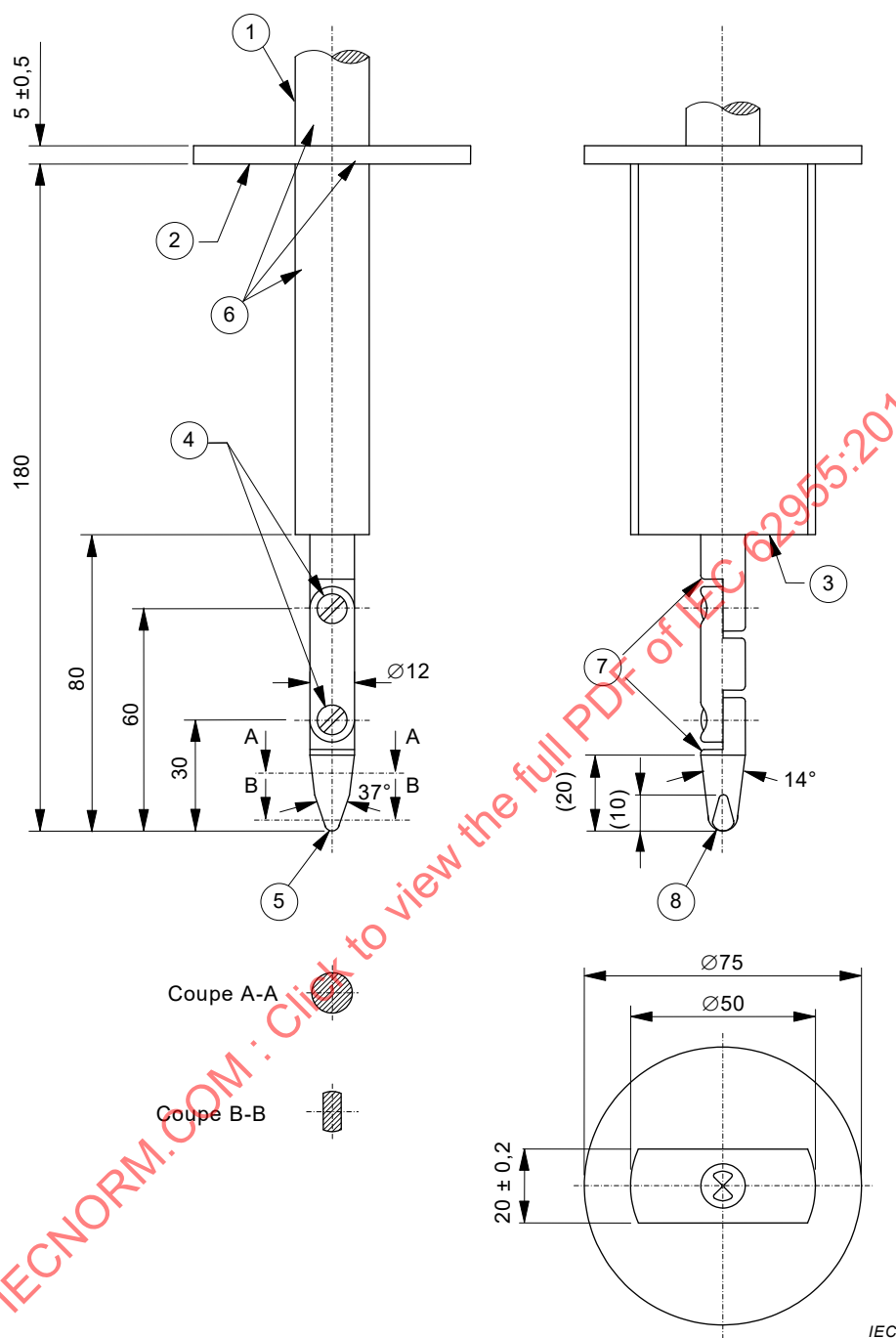
NOTE Ne pas prendre en considération des traces de rouille sur les arêtes ni un voile jaunâtre disparaissant par simple frottement.

Pour les petits ressorts et organes analogues et pour les parties inaccessibles exposées à l'abrasion, une couche de graisse peut constituer une protection suffisante contre la rouille. Ces pièces sont soumises à l'essai seulement en cas de doute quant à l'efficacité de la couche de graisse, et dans ce cas l'essai est effectué sans décapage préalable de la graisse.

Lors de l'utilisation du liquide spécifié pour l'essai, il convient de prendre des précautions adéquates pour éviter l'inhalation des vapeurs.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 62955:2018

Dimensions en millimètres

**Légende**

- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| 1 Manche | 5 R2 ± 0,05 cylindrique |
| 2 Plaque d'arrêt | 6 Matière isolante |
| 3 Surface d'arrêt | 7 Chanfreiner toutes les arêtes |
| 4 Articulations | 8 R4 ± 0,05 sphérique |

Matière: métal sauf spécification contraire

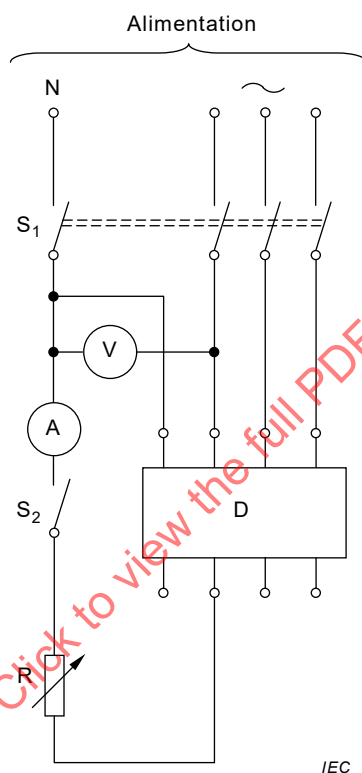
Tolérances des dimensions sans indication de tolérance:

- 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: $\pm 0,2$

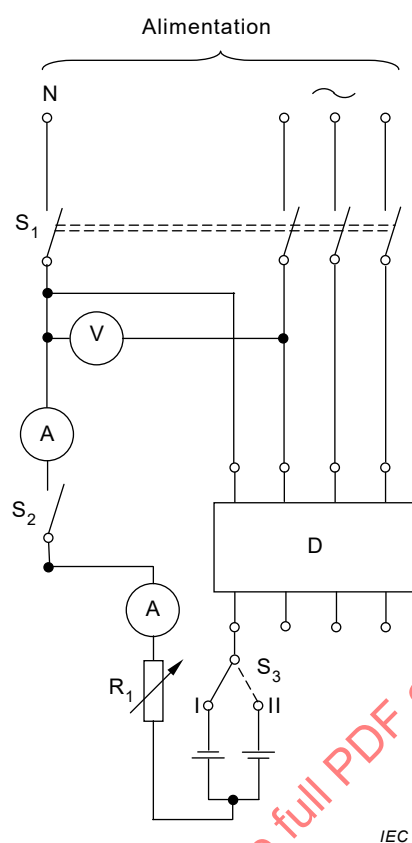
Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de $\begin{matrix} +10^\circ \\ 0 \end{matrix}$.

Figure 1 – Doigt d'épreuve normalisé (9.6)



Légende des lettres et des symboles: voir Tableau 21

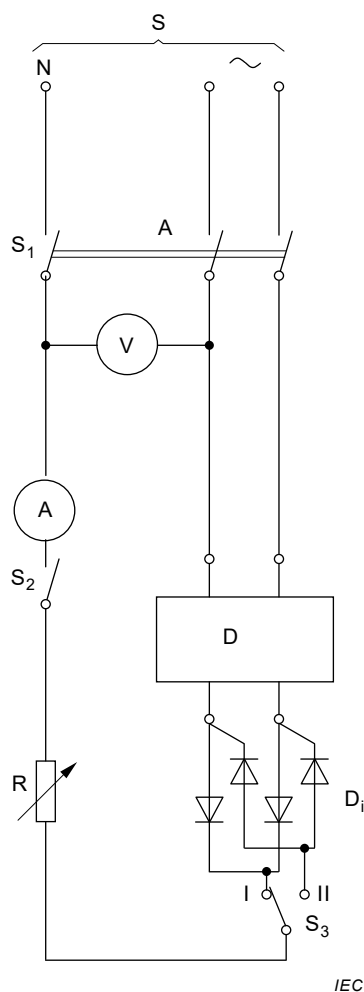
Figure 2 – Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques de fonctionnement (9.9.3)



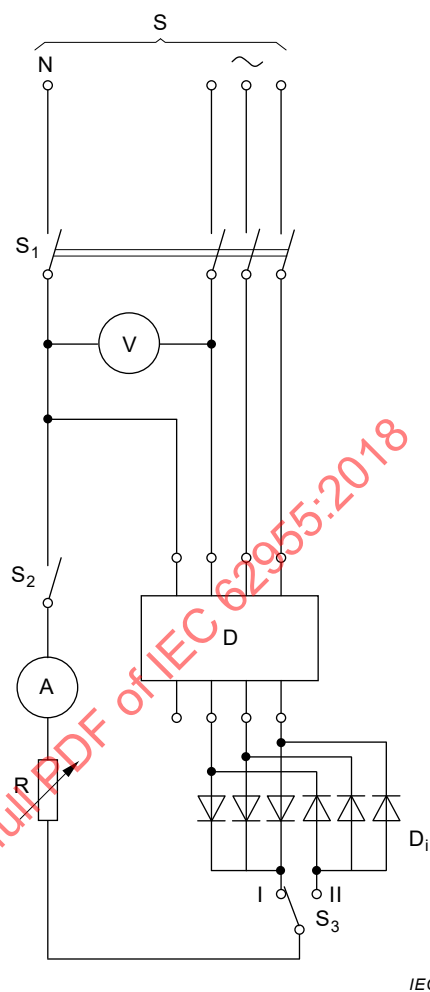
IEC

Légende des lettres et des symboles: voir Tableau 21

Figure 3 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courant continu lissé



IEC

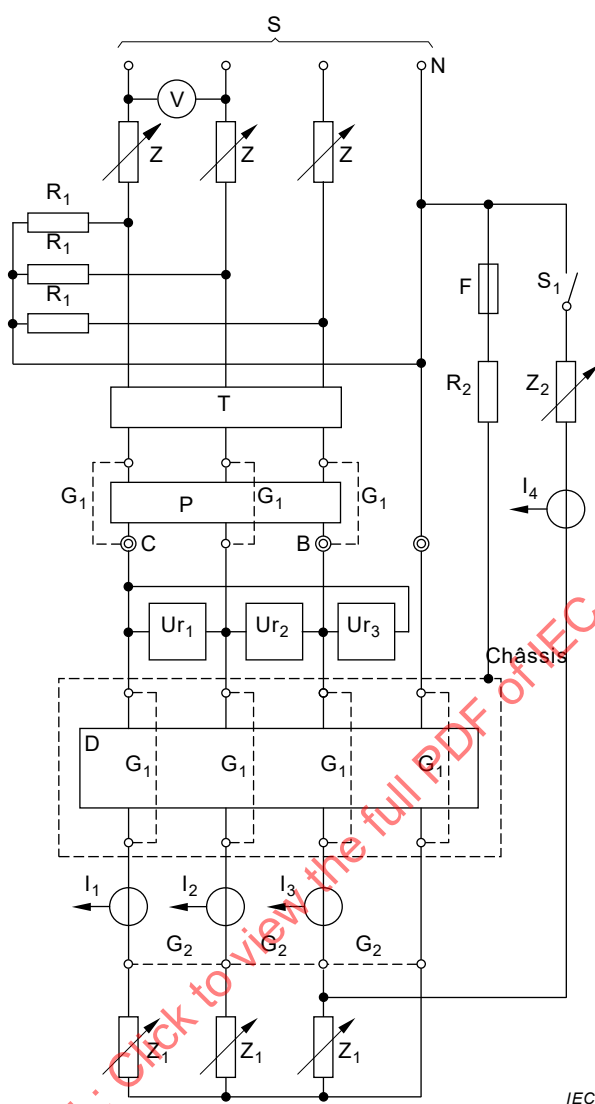


IEC

Légende des lettres et des symboles, voir Tableau 21

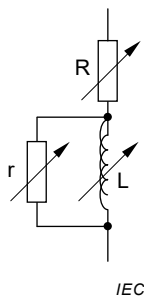
Figure 4 – Circuit d'essai pour DD-CDC bipolaires pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé

Figure 5 – Circuit d'essai pour DD-CDC tripolaires et tétrapolaires pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé



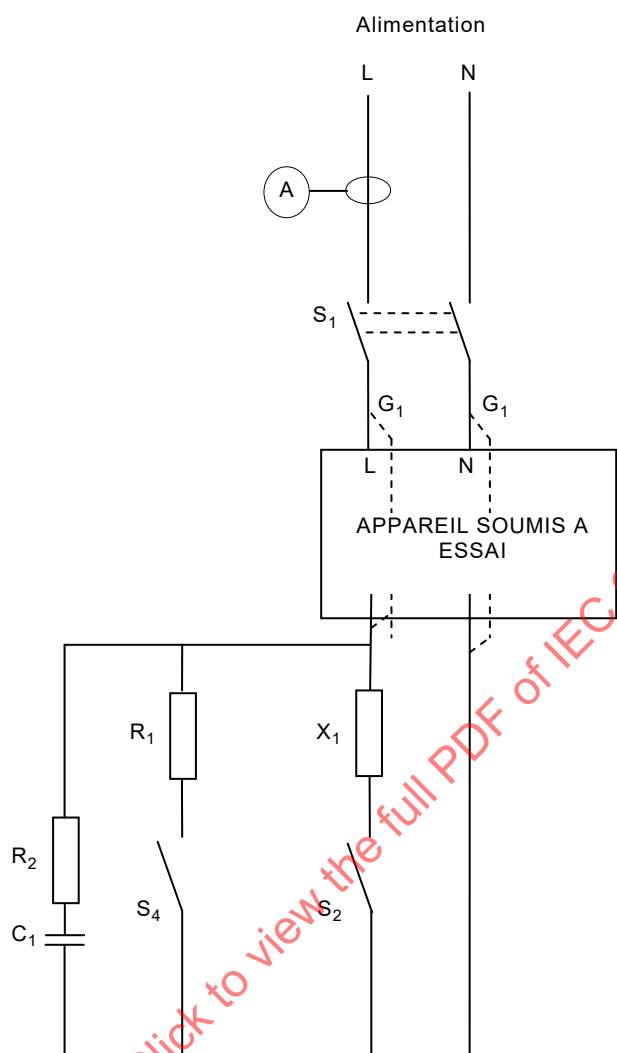
Légende des lettres et des symboles, voir Tableau 21

Figure 6 – Schéma type pour tous les essais de court-circuit



Légende des lettres et des symboles, voir Tableau 21

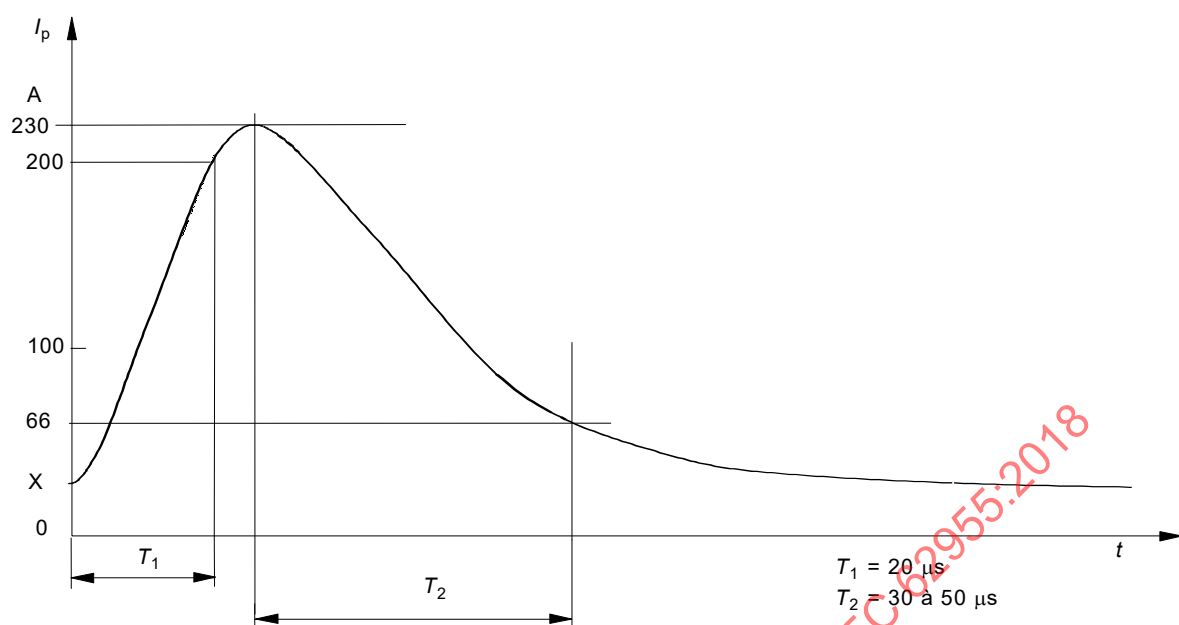
Figure 7 – Détail des impédances Z , Z_1 et Z_2



IEC

Légende des lettres et des symboles, voir Tableau 21

Figure 8 – Circuit d'essai pour l'essai d'endurance selon 9.10



X Valeur de départ du courant d'appel (0 à 42 A) dépendant de l'angle de phase du courant sinusoïdal de 30 A en valeur efficace.

Figure 9 (informative) – Forme d'onde du courant d'appel pour les essais selon 9.10

Tableau 20 – Plages des valeurs du courant de déclenchement pour les DD-CDC en cas de courant continu pulsé

Angle α	Courant de déclenchement A	
	Limite inférieure (pour toutes les valeurs d' $I_{\Delta n}$)	Limite supérieure (pour toutes les valeurs de α)
0°	Pour $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 0,35 $I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 6$ mA: 4,5 mA	Pour $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 2 $I_{\Delta n}$ ^{a)} Pour $I_{\Delta n} > 6$ mA: 1,4 $I_{\Delta n}$
90°	Pour $I_{\Delta n} \leq 6$ mA: 0,25 $I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 6$ mA: 6,3 mA	
135°	0,11 $I_{\Delta n}$	

^{a)} Aux Etats-Unis, la valeur 30 mA est acceptée pour $I_{\Delta n} < 6$ mA.

Tableau 21 – Légende des lettres et des symboles pour toutes les figures

A	=	Ampèremètre (mesurant la valeur efficace)
B et C	=	Points de connexion de la (des) grille(s) indiquée(s) dans l'Annexe C
C_1	=	Condensateur
D	=	Appareil soumis à essai
D_i	=	Diodes
F	=	Dispositif destiné à détecter un courant de défaut
masse	=	Toutes les parties conductrices normalement mises à la terre en service, y compris les FE, le cas échéant.
G_1	=	Connexion(s) provisoire(s) pour l'étalonnage
G_2	=	Connexions pour l'essai au courant conditionnel de court-circuit assigné
I_1, I_2, I_3	=	Capteur(s) de courant Peut (Peuvent) être situé(s) sur l'alimentation ou sur le côté aval de l'appareil d'essai, mais toujours sur le secondaire du transformateur
I_4	=	Autre capteur de courant différentiel résiduel, le cas échéant
L	=	Inductance(s) réglable sans fer
N	=	Conducteur neutre
P	=	Dispositif de protection contre les courts-circuits
R	=	Résistance(s) réglable(s)
r	=	Résistance(s) prenant environ 0,6 % du courant (voir 9.12.2)
R_1	=	Résistance absorbant un courant d'environ 10 A
R_2	=	Résistance limitant le courant dans le dispositif F
S	=	Alimentation
S_1	=	Interrupteur omnipolaire/interrupteur auxiliaire/interrupteur multipolaire
S_2, S_4	=	Interrupteur unipolaire
S_3	=	Interrupteur bipolaire/interrupteur à deux voies
T	=	Interrupteur pour le court-circuit
U_{r1}, U_{r2}, U_{r3}	=	Capteur(s) de tension
V	=	Voltmètre
X_1	=	Résistance et bobine d'inductance pour ajuster le courant assigné
Z	=	Impédance dans chaque phase pour l'étalonnage du courant conditionnel de court-circuit assigné. Les bobines d'inductance doivent être de préférence sans fer et raccordées en série avec des résistances pour obtenir le facteur de puissance exigé.
Z_1	=	Résistance supplémentaire réglable pour obtenir des courants inférieurs au courant conditionnel de court-circuit assigné
Z_2	=	Impédance réglable pour l'étalonnage d' I_Δ

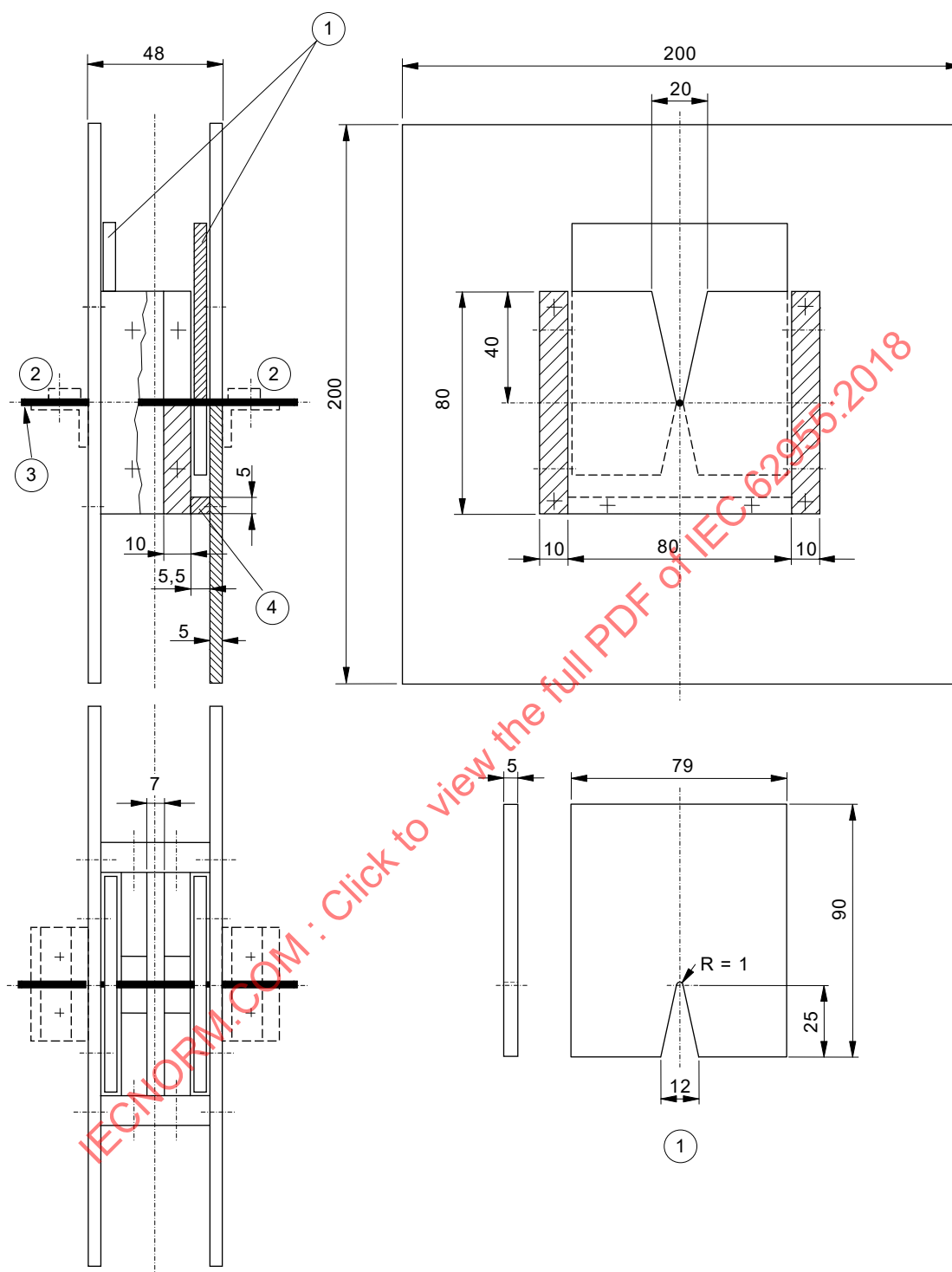
Le dispositif de fermeture T peut également être situé entre les bornes du côté aval de l'appareil d'essai et les capteurs de courant I_1, I_2 et I_3 , le cas échéant.

Les capteurs de tension U_{r1}, U_{r2} et U_{r3} sont connectés entre phase et neutre, le cas échéant.

La puissance réglable Z peut être située sur le côté haute tension du circuit d'alimentation.

Si le constructeur est d'accord, les résistances R_1 peuvent ne pas être utilisées.

Dimensions en millimètres



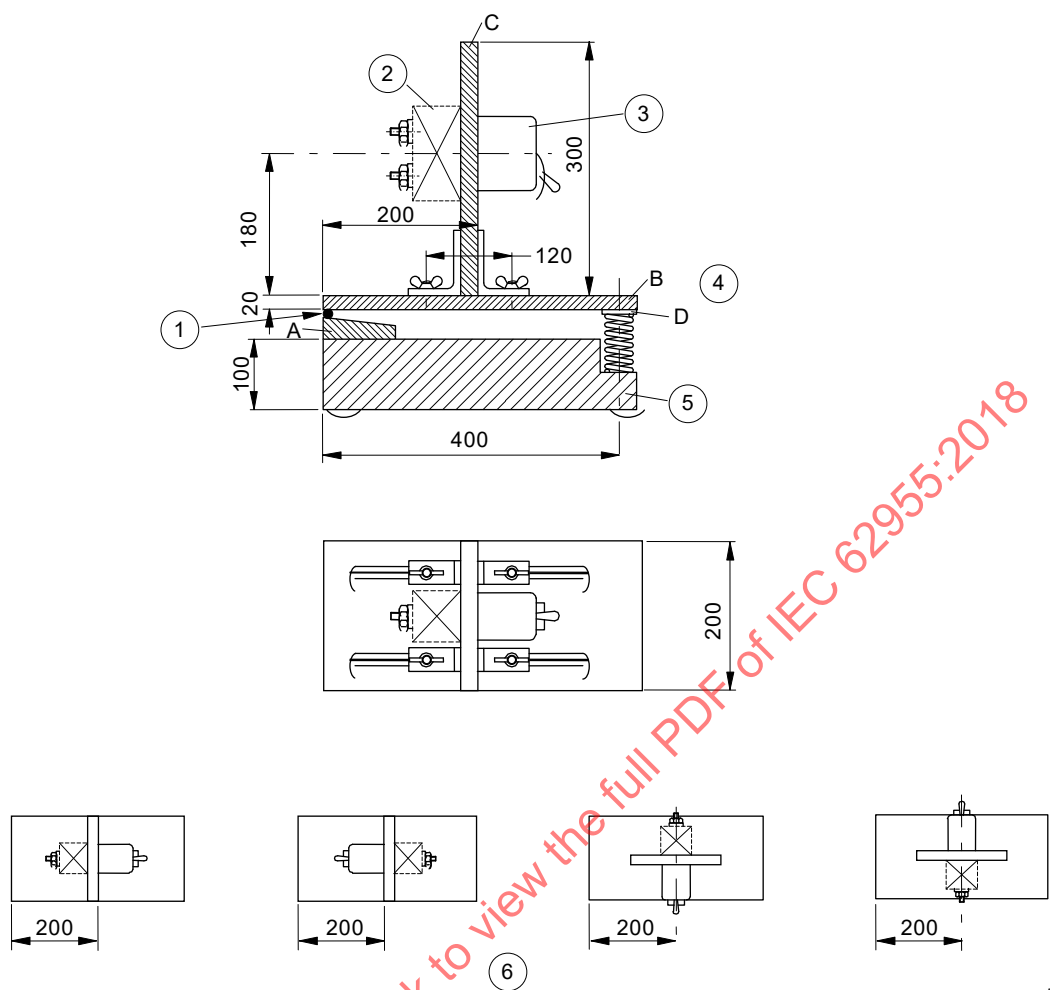
IEC

Légende

- 1 Plaque coulissante
- 2 Borne
- 3 Fil d'argent
- 4 Butoir pour plaque coulissante

Figure 10 – Appareil d'essai pour la vérification des valeurs minimales d' I^2t et d' I_p que le DD-CDC doit supporter (9.11.2.1 a))

Dimensions en millimètres

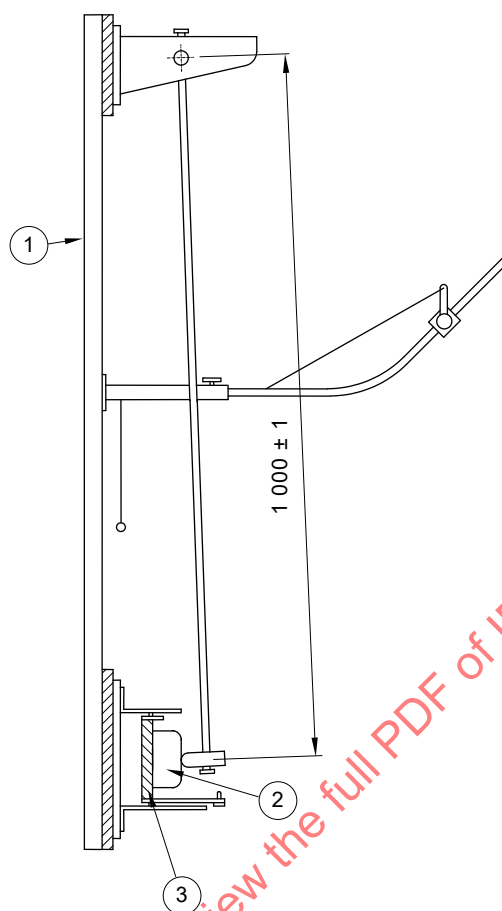


IEC

Légende

- 1 Charnière
- 2 Masse supplémentaire
- 3 Echantillon
- 4 Plaque-butée métallique
- 5 Bloc de béton
- 6 Positions d'essai successives

Figure 11 – Appareil pour l'essai aux secousses (9.12.1)

Dimensions en millimètres

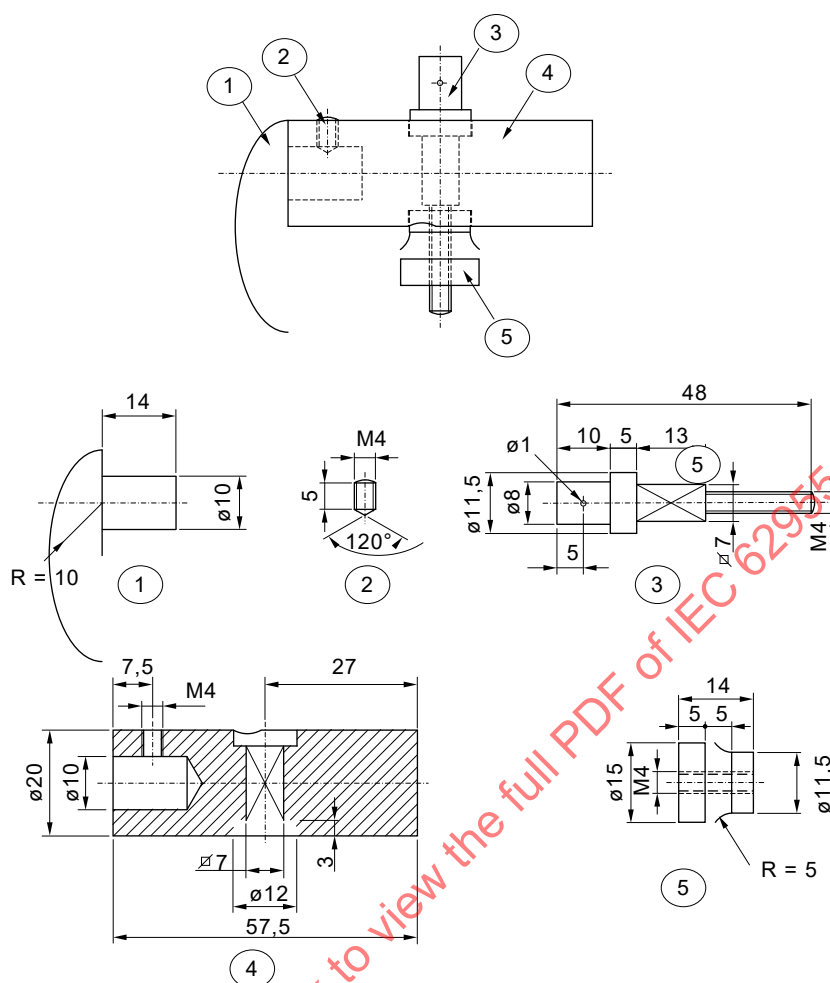
IEC

Légende

- 1 Châssis
- 2 Echantillon
- 3 Support d'appui

Figure 12 – Appareil pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1)

Dimensions en millimètres



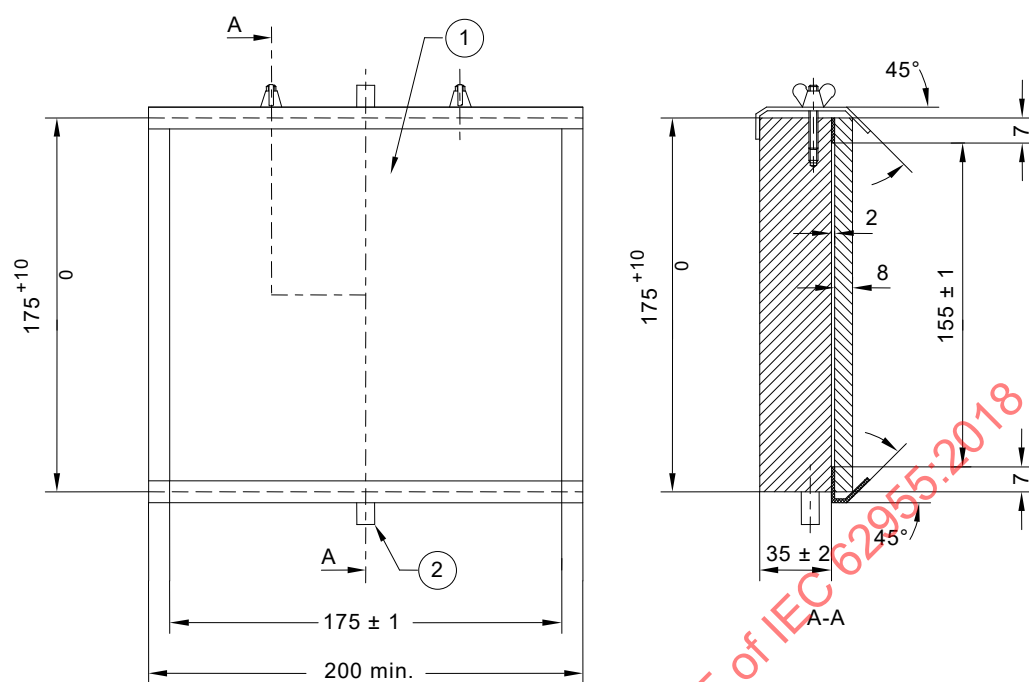
IEC

Légende

- 1 Polyamide
- 2, 3, 4, 5 Acier Fe 360

Figure 13 – Pièce de frappe pour pendule d'essai de choc (9.12.2.1)

Dimensions en millimètres



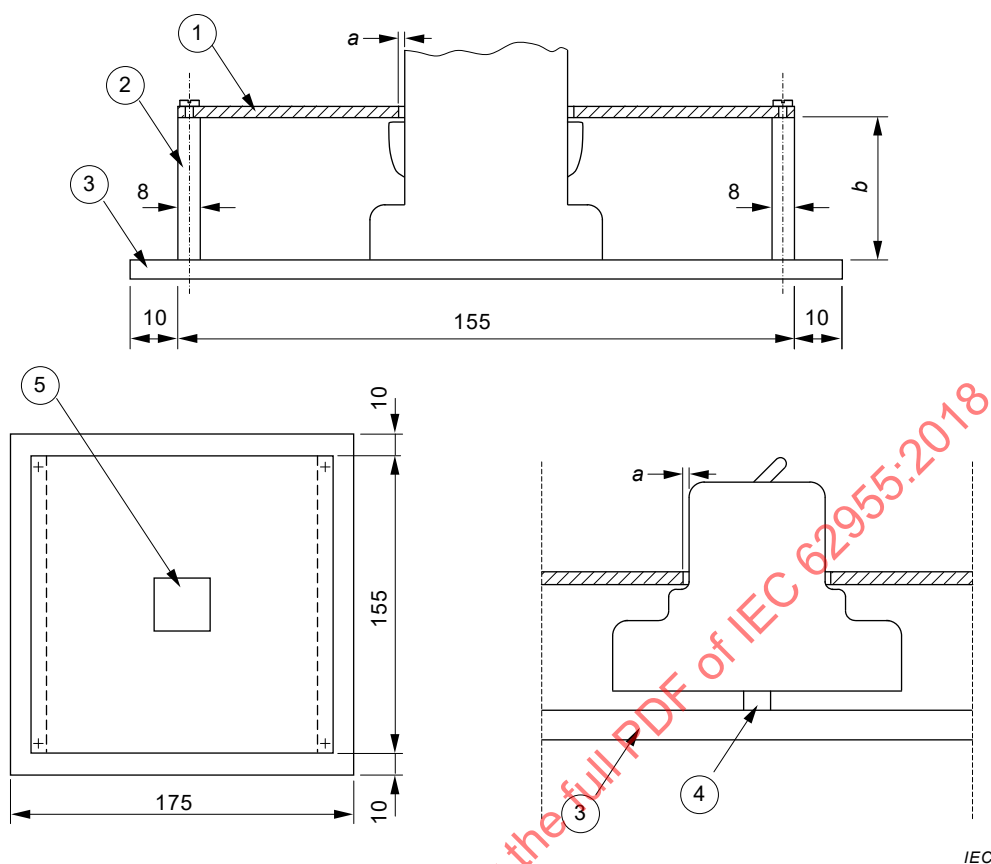
IEC

Légende

- 1 Panneau de contre-plaqué
- 2 Pivot

**Figure 14 – Support de montage pour l'échantillon
pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1)**

Dimensions en millimètres



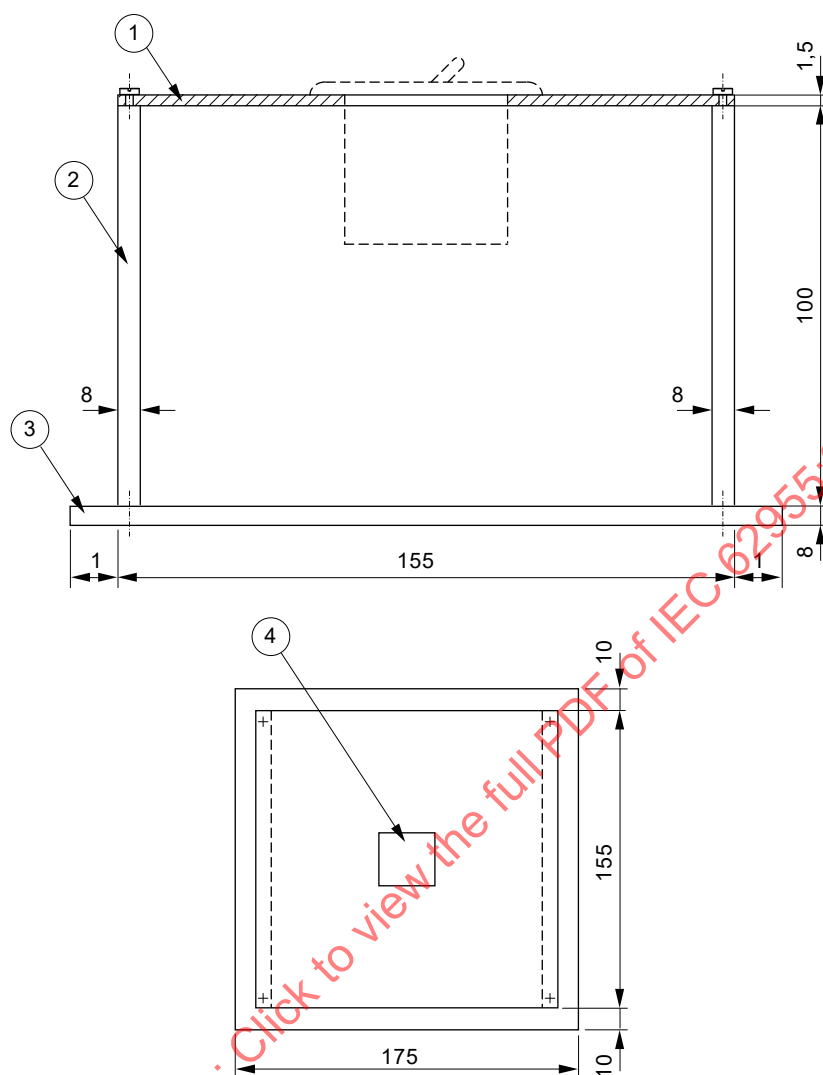
Légende

- 1 Plaque d'acier interchangeable d'épaisseur 1 mm
- 2 Plaques d'aluminium de 8 mm d'épaisseur
- 3 Plaque de montage
- 4 Rail pour DD-CDC destiné être monté sur rail
- 5 Passage dans la plaque d'acier pour le DD-CDC

- a* La distance entre le bord du passage et les parois du DD-CDC doit être comprise entre 1 mm et 2 mm.
- b* La hauteur des plaques d'aluminium doit être telle que la plaque d'acier est appliquée sur les épaulements du DD-CDC; si le DD-CDC ne présente pas de tels épaulements, la distance des parties actives, qui doivent être protégées par un capot supplémentaire, à la face inférieure de la plaque d'acier, est de 8 mm.

Figure 15 – Exemple de fixation d'un DD-CDC ouvert pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1)

Dimensions en millimètres



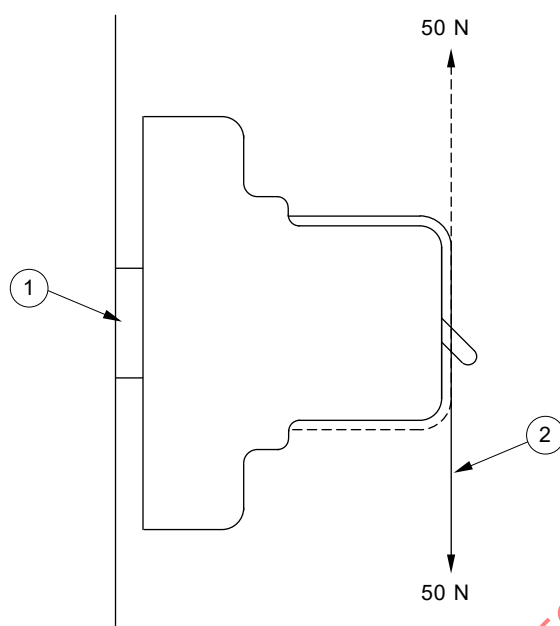
IEC

Légende

- 1 Plaque d'acier interchangeable d'épaisseur 1,5 mm
- 2 Plaques d'aluminium de 8 mm d'épaisseur
- 3 Plaque de montage
- 4 Passage dans la plaque d'acier pour le DD-CDC

NOTE Les dimensions peuvent être augmentées pour les cas particuliers.

Figure 16 – Exemple de fixation du DD-CDC pour montage en tableau pour l'essai de choc mécanique (9.12.2.1)

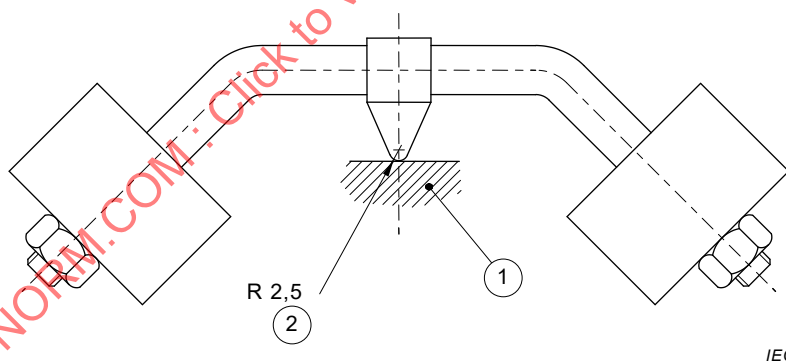


Légende

- 1 Rail
- 2 Corde

Figure 17 – Application de la force pour l'essai mécanique, de DD-CDC pour montage sur rail (9.12.2.2)

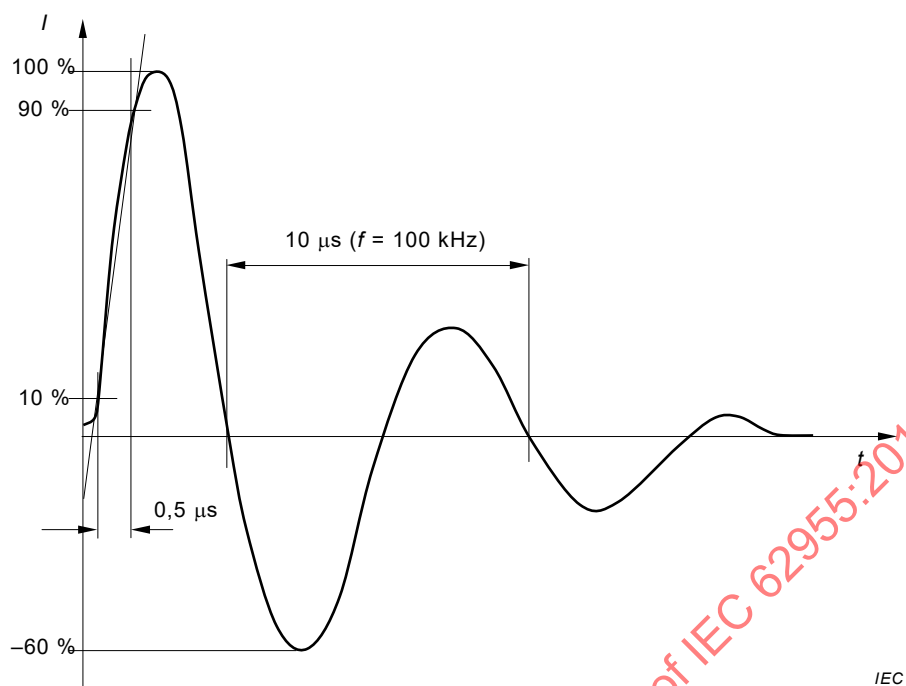
Dimensions en millimètres



Légende

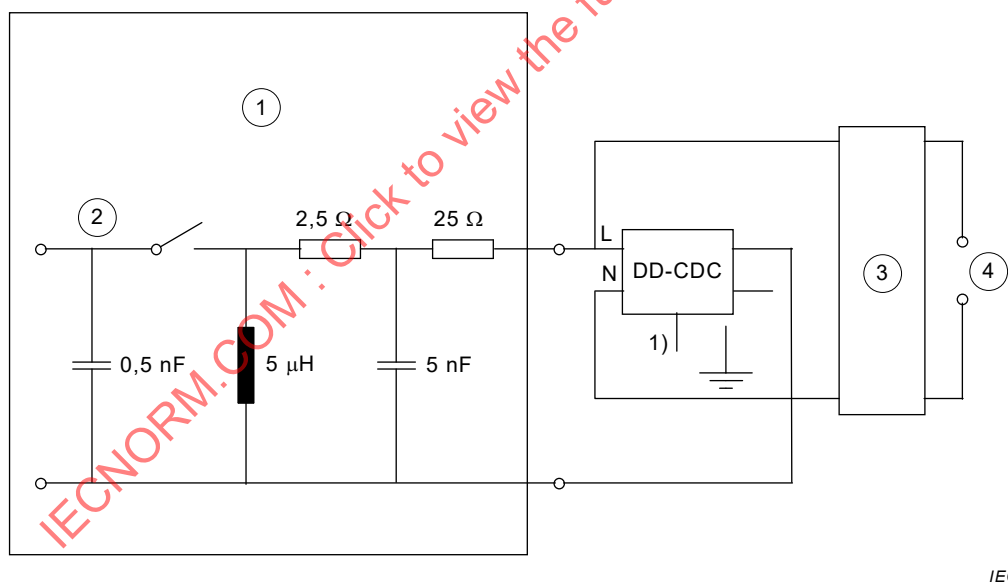
- 1 Echantillon
- 2 Sphérique

Figure 18 – Appareil pour l'essai à la bille (9.13.2)



Il convient de s'assurer que l'onde oscillatoire soit garantie au moins jusqu'à la 5^e période complète (50 μs).

Figure 19 – Onde de courant oscillatoire amortie 0,5 μs/100 kHz

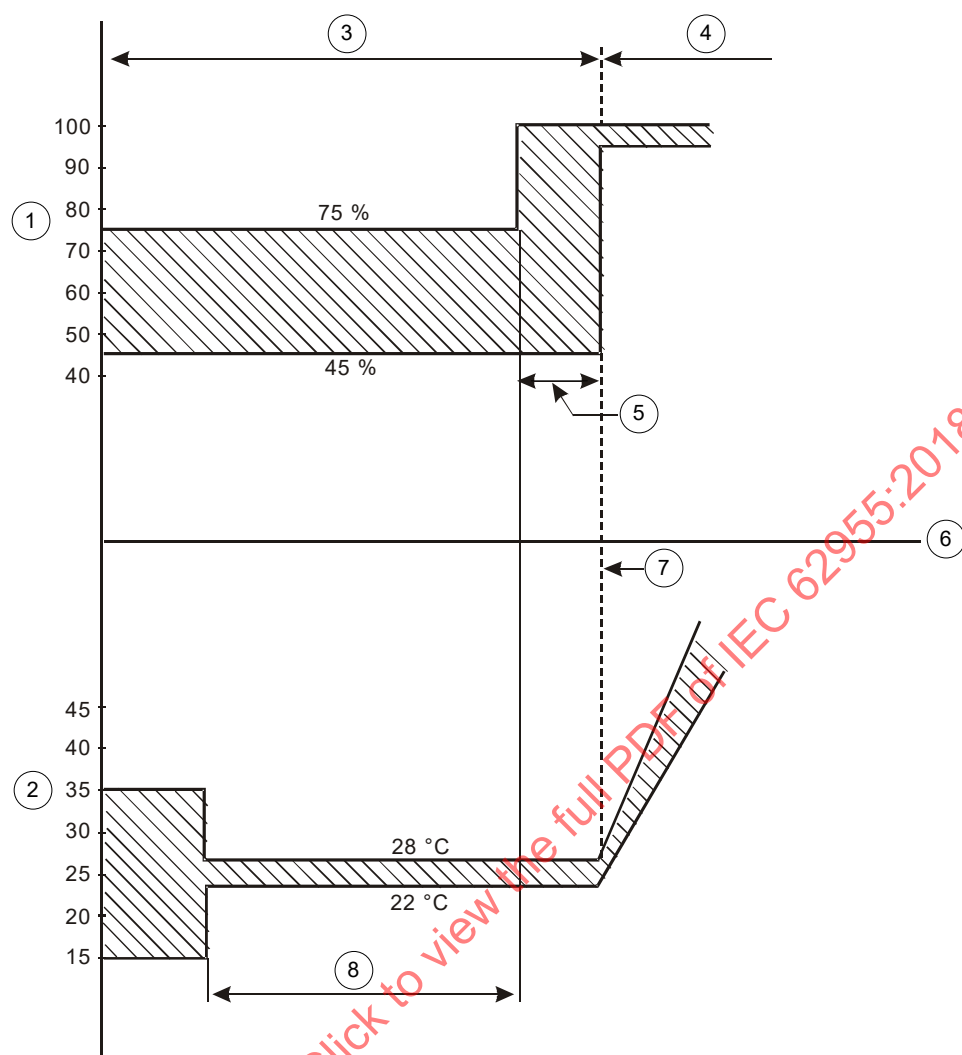


Légende

- 1 Générateur d'onde récurrente amortie 0,5 μs/100 kHz
- 2 Déclencheur
- 3 Filtre
- 4 Alimentation

1) Si le DD-CDC possède une borne de terre, celle-ci doit être connectée à la borne de neutre, s'il y a lieu, et si elle est repérée sur le DD-CDC, ou à défaut, à une borne de phase quelconque.

Figure 20 – Circuit d'essai pour l'essai des DD-CDC à l'onde récurrente amortie

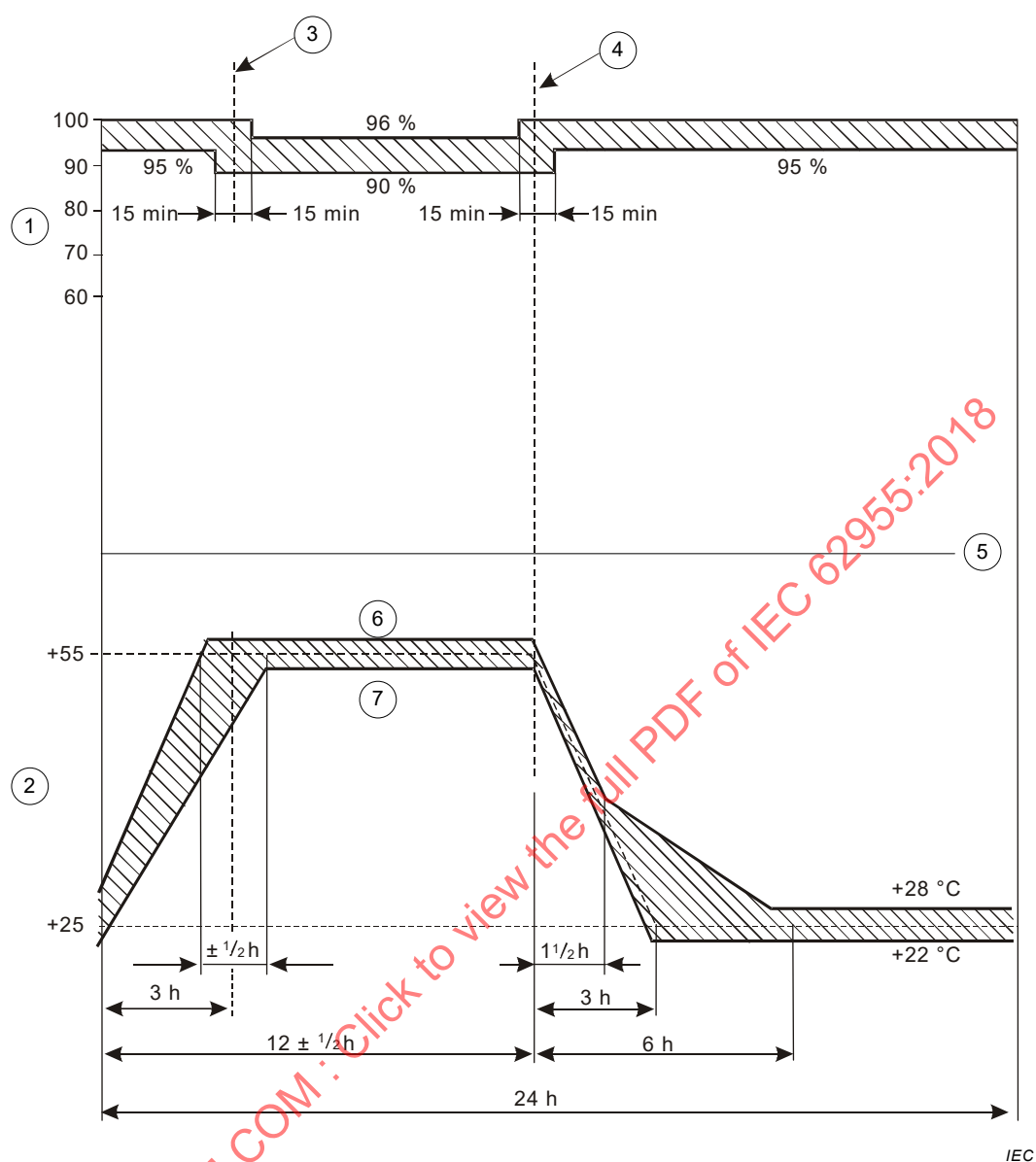


IEC

Légende

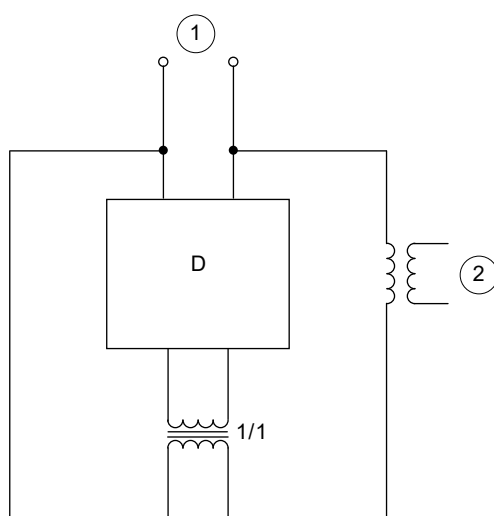
- 1 Humidité relative (%)
- 2 Température ambiante (°C)
- 3 Période de stabilisation
- 4 Premier cycle
- 5 Temps exigé pour atteindre 95 % à 100 % d'humidité relative (inférieur ou égal à 1 h)
- 6 Temps
- 7 Début du premier cycle
- 8 Temps exigé pour atteindre la stabilité thermique de l'éprouvette

Figure 21 – Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité (9.19.1.3)

**Légende**

- 1 Humidité relative (%)
- 2 Température ambiante (°C)
- 3 Fin de l'échauffement
- 4 Début de la diminution de température
- 5 Temps
- 6 Température supérieure +57 °C
- 7 Température inférieure +53 °C

Figure 22 – Cycle d'essai de fiabilité (9.19.1.3)

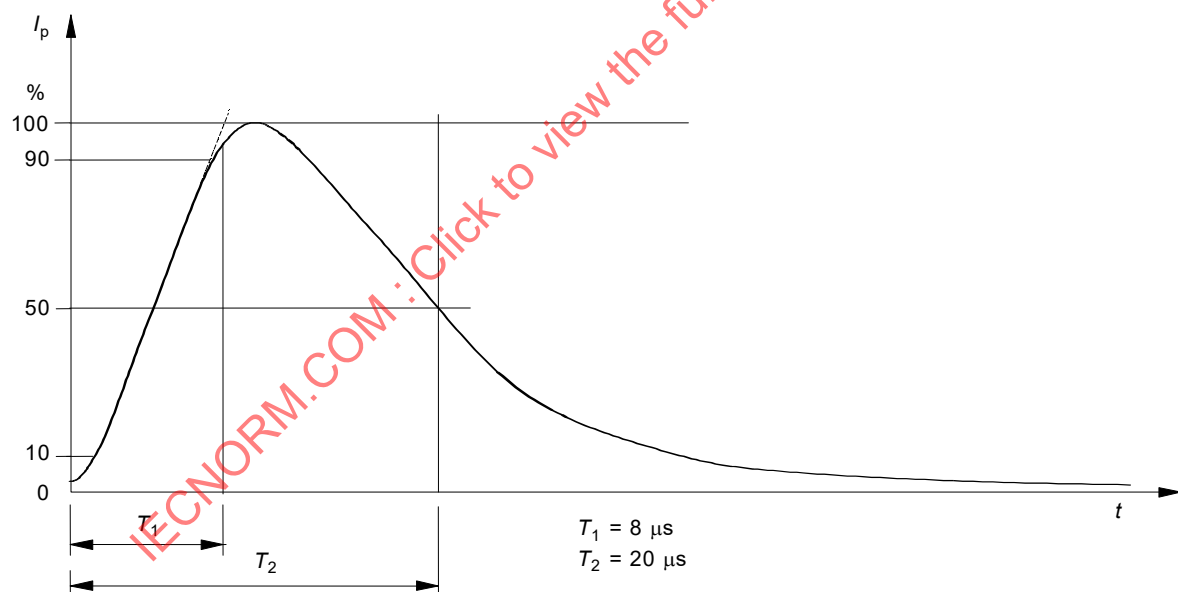


IEC

Légende

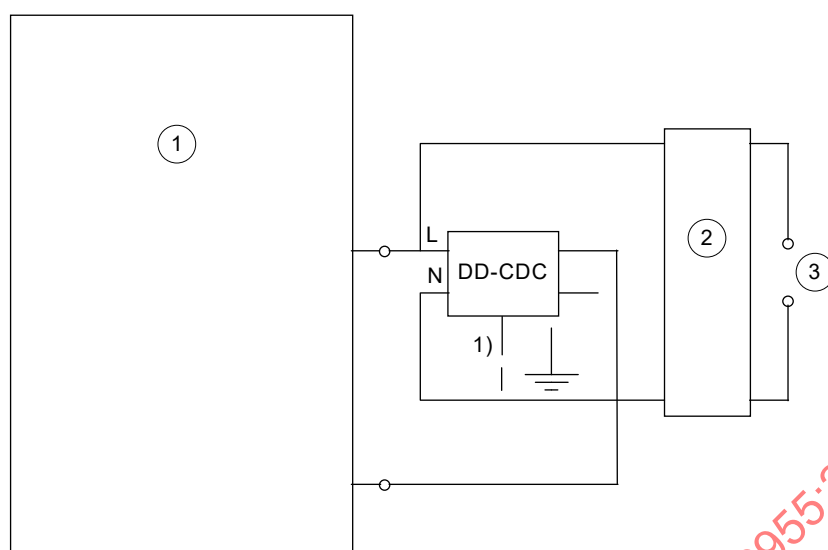
- 1 Alimentation à $1,1 U_n$
- 2 Alimentation en courant

Figure 23 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du vieillissement des composants électroniques (9.20)



IEC

Figure 24 – Onde de courant 8/20 μs



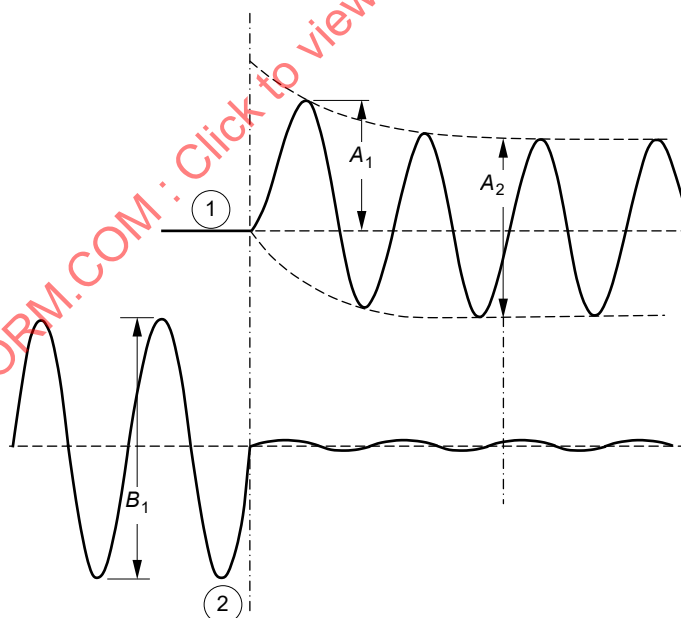
IEC

Légende

- 1 Générateur d'onde de courant 8/20 μ s
- 2 Filtre
- 3 Alimentation

- 1) Si le DD-CDC possède une borne de terre, celle-ci doit être connectée à la borne de neutre, s'il y a lieu, et si elle est repérée sur le DD-CDC, ou à défaut, à une borne de phase quelconque.

Figure 25 – Circuit d'essai pour l'essai des DD-CDC à l'onde de courant



IEC

Légende

- 1 Courant
- 2 Tension

Figure 26 – Exemple d'enregistrement d'étalonnage pour essai de court-circuit (9.11.2.1 j) ii))

Annexe A (normative)

Séquence d'essais et nombre d'échantillons à soumettre pour les besoins des essais

A.1 Séquences d'essais

Les essais sont effectués en accord avec le Tableau A.1 où les essais de chaque séquence sont effectués dans l'ordre indiqué.

Tableau A.1 – Séquences d'essais

Séquence d'essais	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
A	6	Marquage
	8.1.1	Généralités
	8.1.2	Mécanisme
	9.3	Indélébilité du marquage
	8.1.3	Distances d'isolement et lignes de fuite (parties externes seulement)
	9.15	Mécanisme à déclenchement libre
	9.4	Sûreté des vis, des parties transportant le courant et des connexions
	9.5	Sûreté des bornes pour conducteurs externes
	9.6	Protection contre les chocs électriques
	9.13	Résistance à la chaleur
	8.1.3	Distances d'isolement et lignes de fuite (parties internes)
	9.22	Résistance à la rouille
A ₂	9.14	Résistance à la chaleur anormale et au feu
B	9.7.7.3	Vérification de la résistance de l'isolation des contacts ouverts et de l'isolation principale face à une tension de choc en conditions normales
	9.7.7.4 ^b	Vérification du comportement des composants reliant l'isolation principale
	9.7.1	Résistance à l'humidité
	9.7.2	Résistance d'isolement du circuit principal
	9.7.3	Rigidité diélectrique du circuit principal
	9.7.4	Résistance d'isolement et rigidité diélectrique des circuits auxiliaires
	9.7.7.2	Vérification des distances d'isolement avec la tenue aux tensions de chocs
	9.7.5	Circuit secondaire des transformateurs de détection
	9.7.6	Tenue des circuits de commande connectés au circuit principal etc.
	9.8	Echauffement
	9.19.2	Fiabilité à 40 °C
	9.20	Vieillessement des composants électroniques
C	9.10	Endurance mécanique et électrique
D	D ₀	9.9 Caractéristiques de fonctionnement différentiel