

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD)

Appareil de contrôle et de protection intégré au câble pour la charge en mode 2 des véhicules électriques (IC-CPD)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2016 IEC, Geneva, Switzerland

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

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

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

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

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

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

65 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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

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

A propos de l'IEC

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

A propos des publications IEC

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

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

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

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

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

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

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

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

65 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

In-cable control and protection device for mode 2 charging of electric road vehicles (IC-CPD)

Appareil de contrôle et de protection intégré au câble pour la charge en mode 2 des véhicules électriques (IC-CPD)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-3182-1

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.....	10
INTRODUCTION.....	12
1 Scope.....	13
2 Normative references.....	14
3 Terms and definitions	16
3.1 Terms and definitions relating to plugs and socket-outlets.....	17
3.2 Terms and definitions relating to terminals.....	18
3.3 Terms and definitions relating to residual current functions	19
3.3.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth.....	19
3.3.2 Terms and definitions relating to the energization of the residual current function	20
3.3.3 Terms and definitions relating to the operation and to the functions of the IC-CPD	20
3.3.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities.....	22
3.3.5 Terms and definitions relating to values and ranges of influencing quantities.....	24
3.3.6 Conditions of operation	24
3.3.7 Terms and definitions relating to control functions between electric vehicle and IC-CPD.....	25
3.4 Terms and definitions relating to tests	25
3.5 Terms and definitions relating to construction	26
4 Classification.....	26
4.1 According to the supply	26
4.1.1 General	26
4.1.2 IC-CPD supplied from one phase and neutral (LNSE or LNE).....	26
4.1.3 IC-CPD supplied from two phases (LLSE or LLE).....	26
4.1.4 IC-CPD supplied from three phases and neutral (LLLNSE or LLLNE)	26
4.2 According to the construction	26
4.2.1 General	26
4.2.2 IC-CPD including the function box separated from the plug and connector.....	26
4.2.3 IC-CPD with the function box integrated together with the plug.....	26
4.2.4 Modular IC-CPD.....	27
4.3 According to the method of connecting the cable(s)	27
4.3.1 General	27
4.3.2 Non-rewirable IC-CPDs	27
4.3.3 IC-CPDs wired by the manufacturer	27
4.3.4 Pluggable IC-CPD.....	27
4.4 Classification according to the protective conductor path	27
4.4.1 General	27
4.4.2 IC-CPDs with switched protective conductor	27
4.4.3 IC-CPDs with non-switched protective conductor	28
4.5 Classification according to behaviour in case of open protective conductor.....	28
4.5.1 General	28

4.5.2	IC-CPD with verification of the availability of the upstream protective conductor.....	28
4.5.3	IC-CPD without verification of the availability of the upstream protective conductor.....	28
5	Characteristics of IC-CPDs	28
5.1	Summary of characteristics	28
5.2	Rated quantities and other characteristics	29
5.2.1	Rated voltages.....	29
5.2.2	Rated current (I_n).....	29
5.2.3	Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	29
5.2.4	Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$).....	29
5.2.5	Rated frequency.....	29
5.2.6	Rated making and breaking capacity (I_m)	29
5.2.7	Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	30
5.2.8	Operating characteristics in case of residual currents comprising a d.c. component.....	30
5.2.9	Insulation coordination including creepage distances and clearances	30
5.2.10	Coordination with short-circuit protection devices (SCPDs)	30
5.3	Standard and preferred values	30
5.3.1	Preferred values of rated operational voltage (U_e)	30
5.3.2	Preferred values of rated current (I_n).....	30
5.3.3	Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	31
5.3.4	Standard value of rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	31
5.3.5	Standard minimum value of the non-operating overcurrent through the IC-CPD	31
5.3.6	Preferred values of rated frequency	31
5.3.7	Minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)	31
5.3.8	Minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	31
5.3.9	Standard value of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	32
5.3.10	Standard value of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)	32
5.3.11	Limit values of break time.....	32
6	Marking and other product information	32
6.1	Data to be marked on the IC-CPD.....	32
6.2	Information to be provided to the end-user.....	34
7	Standard conditions for operation in service and for installation	35
7.1	Standard conditions	35
7.2	Conditions for installations	36
8	Requirements for construction and operation.....	36
8.1	Mechanical design	36
8.2	Pluggable electrical connections of pluggable IC-CPDs according to 4.3.4	37
8.2.1	General	37
8.2.2	Degree of protection of pluggable electrical connection against solid foreign objects and water for pluggable IC-CPD.....	37
8.2.3	Breaking capacity of pluggable electrical connection for pluggable IC-CPD	38
8.2.4	Additional requirements.....	38
8.3	Construction	38
8.3.1	General	38

8.3.2	Terminations of IC-CPDs.....	39
8.3.3	Enclosure of IC-CPDs according to 4.3.3.....	39
8.3.4	Terminal screws or nuts of IC-CPDs according to 4.3.3.....	39
8.3.5	Strain on the conductors of IC-CPDs according to 4.3.3.....	40
8.3.6	Additional requirements for IC-CPDs according to 4.3.3.....	40
8.3.7	Insulating parts which keep the live parts in position	40
8.3.8	Screws for IC-CPD according to 4.3.3.....	40
8.3.9	Means for suspension from a wall or other mounting surfaces	40
8.3.10	Plug as an integral part of plug-in equipment	40
8.3.11	Flexible cables and cords and their connection	41
8.4	Electrical performance.....	42
8.4.1	Protective conductor path.....	42
8.4.2	Contact mechanism.....	42
8.4.3	Clearances and creepage distances (see Annex C)	43
8.5	Protection against electric shock	45
8.5.1	General	45
8.5.2	Requirements relating to plugs, whether incorporated or not in integral items	46
8.5.3	Degree of protection of the function box	46
8.5.4	Requirements relating to vehicle connectors	46
8.6	Dielectric properties	46
8.7	Temperature rise.....	47
8.8	Operating characteristics.....	47
8.8.1	General	47
8.8.2	Safe connection operating characteristics.....	47
8.8.3	Operating characteristics with a.c. residual currents and residual currents having a d.c. component	47
8.8.4	Operating characteristics with smooth d.c. residual current	48
8.8.5	Behaviour of the IC-CPD after a residual current operation	48
8.8.6	Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases	48
8.8.7	Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases.....	48
8.9	Mechanical and electrical endurance	48
8.10	Performance at short-circuit currents	49
8.11	Resistance to mechanical shock and impact	49
8.12	Resistance to heat	49
8.13	Resistance to abnormal heat and to fire	49
8.14	Performance of the test function	49
8.15	Behaviour in case of loss of the supply voltage	50
8.16	Resistance of IC-CPDs against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages.....	50
8.17	Control pilot function controller	50
8.18	Reliability	50
8.19	Resistance to tracking	50
8.20	Electromagnetic compatibility (EMC).....	51
8.21	Behaviour of the IC-CPD at low ambient air temperature.....	51
8.22	Operation with supply failure and hazardous live protective conductor conditions	51

8.23	Verification of a standing current in the protective conductor in normal service	51
8.24	Behaviour at specific environmental conditions	51
8.25	Resistance to vibration and shock	51
9	Tests	52
9.1	General	52
9.1.1	Opening and closing of contacts	52
9.1.2	Type tests	52
9.1.3	Test sequences	53
9.1.4	Routine tests	54
9.2	Test conditions	54
9.3	Test of indelibility of marking	54
9.4	Verification of protection against electric shock	55
9.5	Test of dielectric properties	55
9.5.1	Resistance to humidity	55
9.5.2	Insulation resistance of the main circuit	56
9.5.3	Dielectric strength of the main circuit	57
9.5.4	Secondary circuit of detection transformers	57
9.5.5	Verification of impulse withstand voltages (across clearances and across solid insulation) and of leakage current across open contacts	57
9.6	Temperature-rise test	60
9.6.1	Test conditions	60
9.6.2	Test procedure	60
9.6.3	Measurement of the temperature rise of different parts	61
9.6.4	Temperature rise of a part	61
9.7	Verification of the operating characteristic	61
9.7.1	General	61
9.7.2	Test circuit	61
9.7.3	Residual sinusoidal alternating currents tests	62
9.7.4	Verification of the correct operation with residual currents having a d.c. component	64
9.7.5	Verification of behaviour in case of composite residual current	65
9.7.6	Verification of the correct operation in case of smooth d.c. residual current	66
9.7.7	Miswiring and supply failure tests	67
9.7.8	Verification of protective conductor contact behaviour	71
9.7.9	Verification that the protective conductor is connected to the electric vehicle	72
9.7.10	Verification of standing current in the protective conductor connection in normal service	72
9.7.11	Verification of the correct operation in case of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases	72
9.7.12	Verification of the correct operation in case of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases	73
9.8	Verification of mechanical and electrical endurance	73
9.8.1	Endurance of plug and vehicle connector part	73
9.8.2	Endurance of the residual current function of the IC-CPD	73
9.9	Verification of the behaviour of the IC-CPD under overcurrent conditions	75
9.9.1	List of the overcurrent tests	75
9.9.2	Short-circuit tests	75

9.9.3	Verification of the making and breaking capacity of the plug of the IC-CPD	81
9.10	Verification of resistance to mechanical shock and impact.....	81
9.10.1	General	81
9.10.2	Drop test.....	81
9.10.3	Test for screwed glands of IC-CPDs	82
9.10.4	Mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords	82
9.11	Test of resistance to heat	82
9.11.1	General	82
9.11.2	Temperature test in heating cabinet.....	82
9.11.3	Ball pressure test for insulating material necessary to retain in position current-carrying parts.....	83
9.11.4	Ball pressure test for insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts	83
9.12	Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire	84
9.13	Verification of the self test	84
9.14	Verification of the behaviour of IC-CPDs in case of loss of the supply voltage.....	85
9.14.1	Verification of correct operation at the minimum operating voltage (U_x)	85
9.14.2	Verification of the automatic opening in case of loss of the supply voltage	85
9.14.3	Verification of the reclosing function	86
9.15	Verification of the limiting values of the non-operating current under overcurrent conditions	86
9.16	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages.....	86
9.17	Verification of reliability	86
9.17.1	Climatic test.....	86
9.17.2	Test at a temperature of 45 °C	88
9.18	Resistance to ageing.....	89
9.19	Resistance to tracking	89
9.20	Test on pins provided with insulating sleeves.....	90
9.21	Test of mechanical strength of non-solid pins of plugs.....	90
9.22	Verification of the effects of strain on the conductors	90
9.23	Checking of the torque exerted by IC-CPDs on fixed socket-outlets	90
9.24	Tests of the cord anchorage	90
9.25	Flexing test of non-rewirable IC-CPDs	91
9.26	Verification of the electromagnetic compatibility (EMC)	92
9.27	Tests replacing verifications of creepage distances and clearances.....	93
9.27.1	General	93
9.27.2	Abnormal conditions.....	93
9.27.3	Temperature rise resulting from fault conditions.....	93
9.28	Verifications for single electronic components used in IC-CPDs	94
9.28.1	General	94
9.28.2	Capacitors	94
9.28.3	Resistors and inductors.....	94
9.29	Chemical loads	96
9.30	Heat test under solar radiation.....	96
9.31	Resistance to ultra-violet (UV) radiation.....	96
9.32	Damp and salt mist test for marine and coastal environments.....	97
9.32.1	Test for internal metallic parts	97

9.32.2	Test for external metallic parts only	97
9.32.3	Test criteria	97
9.33	Hot damp test for tropical environments	97
9.34	Vehicle drive-over	97
9.34.1	General	97
9.34.2	Test at crushing force 5 000 N.....	98
9.34.3	Test at crushing force 11 000 N.....	98
9.34.4	Performance after the tests	98
9.35	Low storage temperature test	98
9.36	Vibration and shock test	99
Annex A (normative) Test sequences and number of samples to be submitted for verification of conformity to this standard.....		140
A.1	Verification of conformity	140
A.2	Test sequences.....	140
A.3	Number of samples to be submitted for full test procedure	142
A.4	Number of samples to be submitted for simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of IC-CPDs of the same fundamental design.....	144
Annex B (normative) Routine tests		146
Annex C (normative) Determination of clearances and creepage distances		147
C.1	Overview.....	147
C.2	Orientation and location of a creepage distance	147
C.3	Creepage distances where more than one material is used	147
C.4	Creepage distances split by a floating conductive part	147
C.5	Measurement of creepage distances and clearances.....	147
Annex D (informative) Switched-protective conductor application		152
D.1	Explanation of switched-protective conductor (SPE) function and application.....	152
D.2	Examples of incorrect supply wiring	153
Annex E (informative) Example of IC-CPD for mode 2 charging		156
Annex F (informative) Types of IC-CPD according to construction and assembly		157
Annex G (informative) Methods for determination of short-circuit power factor		158
G.1	Overview.....	158
G.2	Method I – Determination from d.c. components.....	158
G.3	Method II – Determination with pilot generator	158
Bibliography		160
Figure 1 – Desired characteristics for maintaining the same level of protection over the frequency range.....		61
Figure 2 – Test circuit for the verification of operating characteristic (9.7.3), endurance test (9.8.2) and reduced supply voltage (9.14.1)		101
Figure 3 – Test circuit for the verification when plugged in incompatible supply systems (9.7.7.4)		104
Figure 4 – Verification of correct operation for hazardous live PE (see Table 14 and Table 15).....		107
Figure 5 – Verification of temperature rise of the protective conductor.....		108
Figure 6 – Verification of open neutral for LNSE types, and open line for LLSE types		109
Figure 7 – Verification of a standing current in the protective conductor in normal service		110

Figure 8 – Test circuit for the verification of the making and breaking capacity and the short-circuit coordination with an SCPD (see 9.9.2)	114
Figure 9 – Standard test wire 1,0 mm	114
Figure 10 – Test circuit for the verification of the correct operation in the case of residual pulsating direct currents (see 9.7.4)	116
Figure 11 – Test circuit for the verification of the correct operation in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current (see 9.7.4.3).....	118
Figure 12 – Verification of open protective conductor (see 9.7.7.5)	120
Figure 13 – Arrangement for compression test for verification of protection against electric shock	121
Figure 14 – Ball-pressure test apparatus	121
Figure 15 – Test circuit for IC-CPD according to 4.1.3 to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases.....	122
Figure 16 – Tests circuit for IC-CPD according to 4.1.4 to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases	123
Figure 17 – Apparatus for testing the cord retention.....	124
Figure 18 – Apparatus for flexing test.....	125
Figure 19 – Arrangement for mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords (9.10.4)	126
Figure 20 – Stabilizing period for reliability test (9.17.1.4).....	126
Figure 21 – Reliability test cycle (9.17.1.4)	127
Figure 22 – Example for test circuit for verification of ageing of electronic components (9.18)	128
Figure 23 – Current ring wave 0,5 µs/100 kHz	129
Figure 24 – Example of test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping.....	129
Figure 25 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage (see 9.27.3 a))	130
Figure 26 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage (see 9.27.3 a)).....	131
Figure 27 – Test cycle for low temperature test	132
Figure 28 – Test circuit for verification of connection of protective conductor to the EV, according to 9.7.9.....	133
Figure 29 – Verification of correct operation in case of smooth d.c. leakage current, according to 9.7.6.....	134
Figure 30 – Example of a test circuit for the verification of correct operation in case of residual sinusoidal alternating currents composed of multi-frequency components	135
Figure 31 – Test circuit for endurance test according to 9.8	136
Figure 32 – The use of the IC-CPD	137
Figure 33 – Informative wave shape of inrush current for tests according to 9.8.2.....	138
Figure 34 – Test finger.....	139
Figure D.1 – Examples of incorrect supply wirings for LLSE types.....	154
Figure D.2 – Examples of incorrect supply wirings for LNSE types	155
Figure E.1 – Example for IC-CPD showing the different parts and functions	156
Figure F.1 – Example of IC-CPD including function box, cables, plug and connector according to 4.2.2.....	157

Figure F.2 – Example of plug integrated function box according to 4.2.3	157
Figure F.3 – Example of modular IC-CPD according to 4.2.4a)	157
Figure F.4 – Example of modular IC-CPD according to 4.2.4b)	157
Table 1 – Preferred values of rated current and corresponding preferred values of rated voltages	31
Table 2 – Limit values of break time for a.c. residual currents at rated frequency	32
Table 3 – Limit values of break time for smooth d.c. residual currents	32
Table 4 – Limit values of break time for residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two or three phases	32
Table 5 – Standard conditions for operation in service	35
Table 6 – Minimum cross-sectional area of flexible cable or cord	41
Table 7 – Minimum clearances and creepage distances (rated voltage 230 V, 230/400 V)	44
Table 8 – Temperature-rise values	47
Table 9 – List of type tests	53
Table 10 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage	59
Table 11 – Tripping current ranges for IC-CPDs in case of pulsating d.c. current	64
Table 12 – Different frequency component values of test currents and starting current values (I_{Δ}) for verifying the operating in case of steady increased residual current	66
Table 13 – Operating current ranges for composite residual current	66
Table 14 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LNSE / LNE and LLSE / LLE types	68
Table 15 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LLLNSE / LLLNE types	69
Table 16 – Tests to verify the behaviour of IC-CPDs under overcurrent conditions	75
Table 17 – Minimum values of I_{Rt} and I_p	76
Table 18 – List of tests of resistance to mechanical shock and impact	81
Table 19 – Torque applied to the spanner for the test	82
Table 20 – Tests already covered for EMC by this standard	92
Table 21 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions	95
Table 22 – PSD value depending on frequency for vibration testing	99
Table A.1 – Test sequences	141
Table A.2 – Number of samples to be submitted for full test procedure	143
Table A.3 – Reduction of number of samples	145

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

IN-CABLE CONTROL AND PROTECTION DEVICE FOR MODE 2 CHARGING OF ELECTRIC ROAD VEHICLES (IC-CPD)

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 62752 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 standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
23E/919/FDIS	23E/938/RVD

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

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

In this standard, the following print types are used:

- Requirements proper, in roman type;
- *Test specifications, in italic type;*
- NOTES, in smaller roman type.

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

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

NOTE The attention of National Committees is drawn to the fact that equipment manufacturers and testing organizations may need a transitional period following publication of a new, amended or revised IEC publication in which to make products in accordance with the new requirements and to equip themselves for conducting new or revised tests.

New specific requirements for IC-CPD are provided in comparison to IEC 61851-1:2010, Clause 11, which was applied to IC-CPD before the availability of this standard.

It is the recommendation of the committee that the content of 5.1, 6.1 and 8.8.4, as indicated, of this publication be adopted for implementation nationally at the end of the transitional period, which is 2017-12-31.

INTRODUCTION

The essential purpose of this standard is safe and reliable access of electric vehicles to a supply system. The definition for mode 2 charging of electric vehicle is described in IEC 61851-1.

For all charging modes, protection against electric shock in case of failure of basic protection and/or fault protection is provided, at least by a type A RCD (see IEC 60364-7-722 and IEC 61851-1).

For mode 2 charging including the situation where it cannot be guaranteed that the installation is equipped with RCDs, for example charging the electric vehicle at an unknown installation, a dedicated protection is used for the connected electric vehicle. The intention of this standard is to describe the relevant requirements for an in-cable control and protection device (IC-CPD) to be used for mode 2 charging.

The IC-CPD is not a protection device for use in fixed installations.

IN-CABLE CONTROL AND PROTECTION DEVICE FOR MODE 2 CHARGING OF ELECTRIC ROAD VEHICLES (IC-CPD)

1 Scope

This International Standard applies to in-cable control and protection devices (IC-CPDs) for mode 2 charging of electric road vehicles, hereafter referred to as IC-CPD including control and safety functions.

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

The IC-CPD according to this standard

- has a control pilot function controller in accordance with IEC TS 62763;
- checks supply conditions and prevents charging in case of supply faults under specified conditions;
- may have a switched protective conductor.

These IC-CPDs are intended for use in TN-, and TT-systems.

The use of IC-CPDs in IT systems may be limited.

Residual currents with frequencies different from the rated frequency, d.c. residual currents and specific environmental situation are considered.

This standard is applicable to IC-CPDs performing the safety and control functions as required in IEC 61851-1 for mode 2 charging of electric vehicles.

This standard is applicable to IC-CPDs for single-phase circuits not exceeding 250 V or multi-phase circuits not exceeding 480 V, their maximum rated current being 32 A.

NOTE 1 In Denmark, the following additional requirement applies: for IC-CPDs supplied with a plug for household and similar use the maximum charging current is 8 A, if the charging cycle can exceed 2 h.

NOTE 2 In Finland, the following additional requirement applies: for IC-CPDs supplied with a plug for household and similar use the maximum charging current is 8 A for long lasting charging.

This standard is applicable to IC-CPDs to be used in a.c. circuits only, with preferred values of rated frequency 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz. IC-CPDs according to this standard are not intended to be used to supply electric energy towards the connected grid.

This standard is applicable to IC-CPDs having a rated residual operating current not exceeding 30 mA and are intended to provide additional protection for the circuit downstream of the IC-CPD in situations where it cannot be guaranteed that the installation is equipped with an RCD with $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

The IC-CPD consists of:

- a plug for connection to a socket-outlet in the fixed installation;
- one or more subassemblies containing the control and protection features;
- a cable between the plug and the subassemblies (optional);

- a cable between the subassemblies and the vehicle connector (optional);
- a vehicle connector for connection to the electric vehicle.

For plugs for household and similar use the respective requirements of the national standard and specific requirements defined by the national committee of the country where the product is placed on the market apply. If no national requirements exist, IEC 60884-1 may be used. For industrial plugs IEC 60309-2 applies. For specific applications and areas non interchangeable industrial plugs may be used. In this case IEC 60309-1 applies

NOTE 3 In Denmark: the requirements in this standard cannot replace or change any part of the Danish National requirements for plugs for household and similar use according to DS 60884-2-D1.

Plugs, connectors and cables which are part of the IC-CPD are not tested according to this standard. These parts are tested separately according to their specific product standard.

NOTE 4 In the following countries, requirements for EV (mode 2) Cord Sets are covered by NMX-J 677-ANCE-2013/ CSA C22.2 No. 280-13/ UL 2594: Standard for Electric Vehicle Supply Equipment: US, CA, MX.

The switching contacts of the IC-CPD are not required to provide isolation, as isolation can be ensured by disconnecting the plug.

The IC-CPD may have a non-replaceable integral fuse in the phase(s) and/or neutral current path.

2 Normative references

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

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

IEC 60068-2-1, *Environmental testing – Part 2-1: Tests – Test A: Cold*

IEC 60068-2-5, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test Sa: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing*

IEC 60068-2-11, *Basic environmental testing procedures – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-27, *Environmental testing – Part 2-27: Tests – Test Ea and guidance: Shock*

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

IEC 60068-2-31, *Environmental testing – Part 2-31: Tests – Test Ec: Rough handling shocks, primarily for equipment-type specimens*

IEC 60068-2-64, *Environmental testing – Part 2-64: Tests – Test Fh: Vibration, broadband random and guidance*

IEC 60068-3-4, *Environmental testing – Part 2-34: 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 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750V*

IEC 60309 (all parts), *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes*

IEC 60309-1:1999, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60309-1:1999/AMD1:2005

IEC 60309-1:1999/AMD2:2012

IEC 60309-2, *Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes – Part 2: Dimensional interchangeability requirements for pin and contact-tube accessories*

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

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

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

IEC 60529:1989, *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 60695-2-11, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

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

IEC 60884-1:2002/AMD1:2006

IEC 60884-1:2002/AMD2:2013

IEC 61249-2 (all parts), *Materials for printed boards and other interconnecting structures*

IEC 61540, *Electrical accessories – Portable residual current devices without integral overcurrent protection for household and similar use (PRCDs)*

¹ A consolidated edition (3.2) exists including IEC 60884-1 (2002) and its Amendment 1 (2006) and Amendment 2 (2013).

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

IEC 61851-1:2010, *Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements*

IEC 62196-1, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements*

IEC 62196-2, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 2: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for a.c. pin and contact-tube accessories*

IEC TS 62763:2013, *Pilot function through a control pilot circuit using PWM (pulse width modulation) and a control pilot wire*

CISPR 14 (all parts), *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus*

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 179 (all parts), *Plastics – Determination of Charpy impact properties*

ISO 179-1, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test*

ISO 2409, *Paints and varnishes – Cross-cut test*

ISO 4628-3, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 3: Assessment of degree of rusting*

ISO 4892-2:2013, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 16750-5:2010, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 5: Chemical loads*

ISO 17409:2015, *Electrically propelled road vehicles – Connection to an external electric power supply – Safety requirements*

3 Terms and definitions

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

NOTE 1 Where the terms "voltage" and "current" are used, they imply r.m.s. values, unless otherwise specified.

NOTE 2 Throughout this standard, the word "earthing" is used for "protective earthing".

NOTE 3 The term "accessory" is used as a general term covering plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle couplers.

3.1 Terms and definitions relating to plugs and socket-outlets

3.1.1

plug

accessory intended for frequent use by ordinary persons, having pins designed to engage with the contacts of a socket-outlet, also incorporating means for the electrical connection and mechanical retention of one flexible cable

Note 1 to entry: For special purposes such as lighting chains (see also IEC 60598-2-20), two or three single-core cables can be connected within the plug.

[SOURCE: IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 3.1]

3.1.2

socket-outlet

accessory intended for frequent use by ordinary persons, having socket contacts designed to engage with the pins of a plug and having terminals or terminations for the connection of cable

[SOURCE: IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 3.2]

3.1.3

non-rewirable plug

non-rewirable vehicle connector

accessory so constructed that it forms a complete unit with the flexible cable or cord after connection and assembly by the manufacturer of the accessory

Note 1 to entry: See also 14.1 of IEC 60884-1:2002.

3.1.4

rewirable accessory by manufacturer

accessory so constructed that the flexible cable can be replaced

Note 1 to entry: The accessory is so constructed that it can only be rewired, repaired or replaced by the manufacturer's authorized personnel, its agent or similar qualified person.

3.1.5

vehicle coupler

electric vehicle coupler

means enabling the connection at will of a flexible cable to an electric vehicle

Note 1 to entry: It consists of two parts: a vehicle connector and a vehicle inlet

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3]

3.1.6

vehicle connector

electric vehicle connector

part of a vehicle coupler integral with, or intended to be attached to, one flexible cable

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3.1]

3.1.7

vehicle inlet

electric vehicle inlet

part of a vehicle coupler incorporated in, or fixed to, the electric vehicle

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3.2]

3.1.8

pluggable

electrical connection which is intended to be plugged or unplugged by the end-user

3.1.9

portable equipment

cord and plug connected equipment, cable assembly, adaptors or other accessories that are capable to be carried by one person and may be carried within the EV

3.1.10

adaptor

portable accessory constructed as an integral unit incorporating both a plug portion and one socket-outlet portion

3.2 Terms and definitions relating to terminals

3.2.1

clamping unit

part(s) of the terminal necessary for the mechanical clamping and the electrical connection of the conductor(s), including the parts which are necessary to ensure the correct contact pressure

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.1]

3.2.2

terminal

conductive part of one pole, composed of one or more clamping unit(s) and insulation if necessary

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.2]

3.2.3

termination

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

3.2.4

screw-type terminal

terminal for the connection and subsequent disconnection of a conductor or for the interconnection of two or more conductors capable of being dismantled, the connection being made, directly or indirectly, by means of screws or nuts of any kind

3.2.5

screw terminal

screw-type terminal in which the conductor is clamped under the head of the screw at which the clamping pressure may be applied directly by the head of the screw or through an intermediate part, such as a washer, clamping plate or anti-spread device

3.2.6

screwless terminal

connecting terminal for the connection and subsequent disconnection of one conductor or the dismantlable interconnection of two or more conductors capable of being dismantled, the connection being made, directly or indirectly, by means of springs, wedges, eccentrics or cones, etc., without special preparation of the conductor other than removal of insulation

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.6.8]

3.3 Terms and definitions relating to residual current functions

3.3.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth

3.3.1.1

earth fault current

current flowing to earth due to an insulation fault

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.1]

3.3.1.2

earth leakage current

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.2]

3.3.1.3

pulsating direct current

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.3]

3.3.1.4

current delay angle α

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.4]

3.3.1.5

supply failure

- open neutral;
- open line(s).

Note 1 to entry: See 3.3.3.18 for hazardous live protective conductor.

[SOURCE: IEC 62335:2008, 3.2.1.6, modified – "open protective earth" has been deleted.]

3.3.1.6

smooth direct current

direct current which is ripple free

[SOURCE: IEC 62423:2009, 3.1]

3.3.1.7

composite current

current which consists of more than one significant sinusoidal frequency

3.3.2 Terms and definitions relating to the energization of the residual current function

3.3.2.1 residual current

I_{Δ}
vector sum of the instantaneous values of the current flowing in the main circuit of the residual current function (expressed as r.m.s. value)

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.3, modified – “RCCB” has been replaced by “residual current function”]

3.3.2.2 residual operating current

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.4, modified – replacement of “RCCB” by “residual current function”]

3.3.2.3 residual non-operating current

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.5, modified – replacement of “RCCB” by “residual current function”]

3.3.3 Terms and definitions relating to the operation and to the functions of the IC-CPD

3.3.3.1 residual current function

function incorporating the means of detection of a residual current, of comparison of its value to the residual current operating value and of opening the protected circuit when the residual current exceeds this value

3.3.3.2 IC-CPD

in-cable control and protection device
assembly of linked parts or components including cables, plug and vehicle connector for supplying electric vehicles in charging mode 2, which performs control functions and safety functions

Note 1 to entry: For the use of the IC-CPD, see Figure 32.

Note 2 to entry: This note applies to the French language only.

3.3.3.3 switching device

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.6]

3.3.3.4 break-time

time which elapses between the instant when the residual operating current is suddenly attained and the instant of arc extinction in all poles of an IC-CPD

3.3.3.5

closed position

position in which the predetermined continuity of the main circuit of the IC-CPD is secured

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.12, modified – "RCCB" has been replaced by "IC-CPD".]

3.3.3.6

open position

position in which the predetermined clearance between open contacts in the main circuit of the IC-CPD is secured

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.13, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD".]

3.3.3.7

pole

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.14, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD".]

3.3.3.8

main circuit

all conductive parts of an IC-CPD included in the current paths

3.3.3.9

control circuit

all the conductive parts (other than a path of the main circuit) of a switching device which are included in a circuit used for the closing operation or the opening operation, or both, of the device with links to IC-CPD, control pilot function controller and switching device

Note 1 to entry: See Figure E.1.

3.3.3.10

test device

device incorporated in the IC-CPD simulating the residual current conditions for the operation of the IC-CPD under specified conditions

3.3.3.11

IC-CPD type LNSE

device with a switched protective conductor that is used on a line (phase) to neutral supply (L, N, PE)

Note 1 to entry: See Annex D for examples.

3.3.3.12

IC-CPD type LLSE

device with a switched protective conductor that is used on a line (phase) to line (phase) supply (L1, L2, PE)

Note 1 to entry: See Annex D for examples.

3.3.3.13

IC-CPD type LLLNSE

device with a switched protective conductor that is used on a multiphase supply (L1, L2, L3, N, PE)

Note 1 to entry: A type LLLNSE IC-CPD uses one or more phases of a multiphase supply.

3.3.3.14

IC-CPD type LNE

device with a non-switched protective conductor that is used on a line (phase) to neutral supply (L, N, PE)

3.3.3.15

IC-CPD type LLE

device with a non-switched protective conductor that is used on a line (phase) to line (phase) supply (L1, L2, PE)

3.3.3.16

IC-CPD type LLLNE

device with a non-switched protective conductor that is used on a multiphase supply (L1, L2, L3, N, PE)

Note 1 to entry: A type LLLNE IC-CPD uses one or more phases of a multiphase supply.

3.3.3.17

protective conductor

PE (identification)

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

[SOURCE: IEC 60050-195, 195-02-09:1998]

3.3.3.18

hazardous live protective conductor

miswiring or fault condition where the protective contact of the socket outlet is live

Note 1 to entry: See 3.3.1.5 for supply failure.

3.3.3.19

control pilot function controller

function controller which generates a PWM-signal and detects a charging state

Note 1 to entry: See Figure E.1

3.3.3.20

switching function

device to switch power and / or protective conductor to the EV to provide charging

Note 1 to entry: See Figure E.1.

3.3.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities

3.3.4.1

non-operating overcurrent

maximum value of overcurrent of a single-phase load in the main circuit which, in the absence of any fault to frame or to earth, and in the absence of an earth leakage current, can flow through a two-pole IC-CPD without causing the IC-CPD to open the circuit

3.3.4.2

residual short-circuit withstand current

maximum value of the residual current for which the operation of the IC-CPD is ensured under specified conditions and above which the device may be damaged

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.3, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD", and "undergo irreversible alterations" by "be damaged".]

3.3.4.3

prospective current

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

Note 1 to entry: This definition applies also in the same manner as an actual current, for example prospective breaking current, prospective peak current, prospective residual current.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.4, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD", and replacement of the note to entry.]

3.3.4.4

making capacity

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.7, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD"]

3.3.4.5

breaking capacity

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.8, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD"]

3.3.4.6

residual making and breaking capacity

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.9, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD"]

3.3.4.7

conditional short-circuit current

value of the a.c. component of a prospective current, which an IC-CPD protected by a suitable short-circuit protective device (hereinafter referred to as SCPD) in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.10, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD"]

3.3.4.8

conditional residual short-circuit current

value of the a.c. component of a residual prospective current which an IC-CPD, protected by a suitable SCPD in series, can withstand under specified conditions of use and behaviour

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.11, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD"]

3.3.4.9

 U_x

limiting value U_x of the line voltage for IC-CPDs to perform its intended functions as declared by the manufacturer for IC-CPDs

3.3.4.10

 $\int i^2 dt$

joule integral

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

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

3.3.4.11

recovery voltage

voltage which appears across the supply connections of an IC-CPD after the breaking of the current

Note 1 to entry: This voltage comprises two successive intervals of time, one during which a transient voltage exists, followed by a second one during which power-frequency voltage alone exists.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14, modified – replacement of "a pole of an RCCB" by "the supply connections of an IC-CPD" and replacement of the note to entry.]

3.3.4.11.1

transient recovery voltage

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

Note 1 to entry: The transient voltage is an oscillatory or non-oscillatory or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and of the IC-CPD.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14.1, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD" and deletion of the last sentence of the note to entry.]

3.3.4.11.2

power-frequency recovery voltage

recovery voltage after the transient voltage phenomena have subsided

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14.2]

3.3.5 Terms and definitions relating to values and ranges of influencing quantities

3.3.5.1

influencing quantity

any quantity likely to modify the specified behaviour of an IC-CPD

3.3.5.2

ambient air temperature

temperature, determined under the prescribed conditions, of the air surrounding the IC-CPD

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.5.6, modified – replacement of "RCCB (for an enclosed RCCB it is the air outside the enclosure)" by "IC-CPD".]

3.3.6 Conditions of operation

3.3.6.1

operation

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

Note 1 to entry: If distinction is necessary, an operation in the electrical sense (e.g. make or break) is referred to as a switching operation and an operation in the mechanical sense (e.g. close or open) is referred to as a mechanical operation.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.1]

3.3.6.2

closing operation

operation by which the IC-CPD is brought from the open position to the closed position

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.2, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD".]

3.3.6.3

opening operation

operation by which the IC-CPD is brought from the closed position to the open position

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.3, modified – replacement of "RCCB" by "IC-CPD".]

3.3.6.4

operating cycle

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.4, modified – deletion of "through all other positions, if any".]

3.3.6.5

sequence of operation

succession of specified operations with specified time intervals

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.5]

3.3.7 Terms and definitions relating to control functions between electric vehicle and IC-CPD

3.3.7.1

pilot function

any means, electronic or mechanical, that insures the conditions related to the safety or the transmission of data required for the mode of operation

[SOURCE: IEC 61851-1:2010, 3.17]

3.3.7.2

system state

state which indicates different states during charging process according to IEC TS 62763

EXAMPLE Connected, ready to charge, charging.

3.4 Terms and definitions relating to tests

3.4.1

type test

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.8.1]

3.4.2

routine test

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

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.8.2]

3.4.3

self test

automatically initiated verification of the ability of the IC-CPD to detect a residual current

3.5 Terms and definitions relating to construction

3.5.1

function box

control functions and / or safety functions integrated in appropriate enclosures which are part of the IC-CPD

Note 1 to entry: The function box is located in a detachable cable assembly or connector or plug that is not part of the fixed installation.

3.5.2

class I equipment

equipment with basic insulation as provision for basic protection and protective bonding as provision for fault protection

[SOURCE: IEC 62335:2008, 3.1.22]

4 Classification

4.1 According to the supply

4.1.1 General

An IC-CPD can be classified to be compatible with more than one supply system.

4.1.2 IC-CPD supplied from one phase and neutral (LNSE or LNE)

IC-CPDs according to this classification are supplied from one phase and neutral.

4.1.3 IC-CPD supplied from two phases (LLSE or LLE)

IC-CPDs according to this classification are supplied from two phases.

4.1.4 IC-CPD supplied from three phases and neutral (LLLNSE or LLLNE)

IC-CPDs according to this classification are supplied from three phase and neutral.

NOTE This classification covers IC-CPDs using one or more phases of a multiphase supply.

4.2 According to the construction

4.2.1 General

An IC-CPD can be classified according to one of the following constructions.

4.2.2 IC-CPD including the function box separated from the plug and connector

Residual current function, switching device and control pilot function controller integrated into a function box between the plug and the vehicle connector (see Figure F.1)

4.2.3 IC-CPD with the function box integrated together with the plug

Residual current function, switching device and control pilot function controller integrated into the plug (see Figure F.2).

NOTE 1 The requirements for the plug parts are covered by the relevant standards.

NOTE 2 The maximum torque is given in 9.23.

4.2.4 Modular IC-CPD

A modular IC-CPD can be one of the following constructions:

- a) residual current function and switching device integrated into the plug and control pilot function controller integrated into a separate function box between the plug and the vehicle connector (see Figure F.3);

NOTE 1 In the following countries, the IC-CPD function box is required to be an integral part of the attachment plug or shall be located in the power-supply cord not more than 300 mm from the attachment plug: US

- b) residual current function and switching device integrated into the plug and control pilot function controller integrated into the vehicle connector (see Figure F.4).

NOTE 2 In the following countries, the control pilot circuit is not permitted within the body of the vehicle connector: US

4.3 According to the method of connecting the cable(s)

4.3.1 General

Cables in-between different components of the IC-CPD can be connected to these components by different methods. If in one cord set different connection methods are used the IC-CPD shall be classified to all methods used and the different parts shall be declared separately.

4.3.2 Non-rewirable IC-CPDs

The IC-CPD or the declared part is provided as a full functional cord set including all components. Cables in-between plug, in-cable housing (if any) and vehicle connector are not intended to be replaced or exchanged by the user or others after connection and assembly by the manufacturer.

4.3.3 IC-CPDs wired by the manufacturer

A connection to the IC-CPD or the declared part such that any replacement can be made only by the manufacturer, its service agent or similar qualified person using a special tool.

The IC-CPD is provided as a full functional cord set or only the unit(s) containing the residual current function and control pilot function controller are provided (see 3.1.4).

4.3.4 Pluggable IC-CPD

The IC-CPD or the declared part includes at least one pluggable electrical connection which is intended to be plugged or unplugged by the end-user or others to fit, replace or exchange components of the IC-CPD cable assembly.

NOTE 1 In the following countries pluggable types where connector is part of the ICCB shall not be used: NO.

NOTE 2 In the following countries the connect to the output side of the ICCB (function box) shall not be pluggable: US

4.4 Classification according to the protective conductor path

4.4.1 General

An IC-CPD can be classified to have a switched or a non-switched protective conductor.

4.4.2 IC-CPDs with switched protective conductor

This classification covers IC-CPDs which have a switched protective conductor.

NOTE In the following countries, a switched protective earthing conductor is not permitted: US.

4.4.3 IC-CPDs with non-switched protective conductor

This classification covers IC-CPDs which have a non-switched protective conductor.

4.5 Classification according to behaviour in case of open protective conductor

4.5.1 General

An IC-CPD can be classified according to the behaviour related to the availability of the upstream protective conductor.

4.5.2 IC-CPD with verification of the availability of the upstream protective conductor

IC-CPD detecting the presence and continuity of the protective conductor upstream of the socket-outlet. In IT-systems it may happen that these devices cannot be used as the protective conductor verification will not be successful.

An IC-CPD classified according to 4.5.2 may have a function to deactivate the verification check of the availability of the upstream protective conductor. It shall be indicated by a permanent visual or audible warning signal that the detection function is deactivated.

4.5.3 IC-CPD without verification of the availability of the upstream protective conductor

IC-CPD not detecting the presence and continuity of the protective conductor upstream of the socket-outlet. These devices are also suitable for use in IT-systems.

NOTE In the following countries either an IC-CPD according to 4.5.2 is allowed or the IC-CPD shall be capable of detecting a 5 mA leakage: US.

5 Characteristics of IC-CPDs

5.1 Summary of characteristics

IC-CPDs are provided with switching contacts for line(s) and neutral, if applicable. IC-CPDs according to 4.4.2 are provided with a switching contact for the protective conductor.

IC-CPDs have a defined residual current operation function. This function provides protection against electric shock for the connected electric vehicle in case of failure of basic protection and / or fault protection in accordance with IEC 61851-1.

The residual current function of the IC-CPD shall be ensured

- for residual sinusoidal alternating currents and residual pulsating direct currents;
- for a residual pulsating direct current superimposed on a smooth d.c. residual current up to 6 mA;
- for composite residual currents intended for circuit supplied between phase and neutral;
- with or without phase angle control, independent of polarity, whether suddenly applied or slowly rising.

In addition IC-CPDs shall have a defined behaviour in case of supply failures or miswiring according to 9.7.7.

In addition the IC-CPD:

- checks by means of the pilot signal that the protective conductor is connected to the electric vehicle,

- trips if the d.c. residual currents exceeds 6 mA.
NOTE 1 Regarding this characteristic see also the Foreword.
- verify that the electric vehicle is connected,
NOTE 2 The connection to the electric vehicle is checked by the pilot signal.
- switches on or off in response to the system states according to IEC TS 62763.

5.2 Rated quantities and other characteristics

5.2.1 Rated voltages

5.2.1.1 Rated operational voltage (U_o)

The value of voltage or the voltage range, assigned by the manufacturer, to which the performance of the IC-CPD is referred.

NOTE The same IC-CPD can be assigned to more than one rated voltage.

5.2.1.2 Rated insulation voltage (U_i)

The value of voltage, assigned by the manufacturer, to which dielectric test voltages and creepage distances of the IC-CPD are referred.

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

5.2.2 Rated current (I_n)

The value of current, assigned to the IC-CPD by the manufacturer, which the IC-CPD can carry under permanent load conditions.

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

The value of residual operating current (see 3.3.2.2), assigned to the IC-CPD by the manufacturer, at which the IC-CPD shall operate under specified conditions.

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

The value of residual non-operating current (see 3.3.2.3), assigned to the IC-CPD by the manufacturer, at which the IC-CPD does not operate under specified conditions.

5.2.5 Rated frequency

The power frequency for which the IC-CPD is designed and to which the values of the other characteristics correspond.

The same IC-CPD may be assigned to more than one rated frequency.

5.2.6 Rated making and breaking capacity (I_m)

The r.m.s. value of the a.c. component of prospective current (see 3.3.4.3), assigned by the manufacturer, which an IC-CPD can make, carry and break under specified conditions.

The conditions are those specified in 9.9.2.2.

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

The r.m.s. value of the a.c. component of residual prospective current (see 3.3.2.1 and 3.3.4.3), assigned by the manufacturer, which an IC-CPD can make, carry and break under specified conditions.

The conditions are those specified in 9.9.2.3.

5.2.8 Operating characteristics in case of residual currents comprising a d.c. component

The operating characteristics of an IC-CPD are such that tripping is ensured for residual sinusoidal alternating currents, residual pulsating direct currents and smooth residual direct currents exceeding 6mA, whether suddenly applied or slowly rising.

5.2.9 Insulation coordination including creepage distances and clearances

Creepage and clearance distances are given in 8.4.3.

5.2.10 Coordination with short-circuit protection devices (SCPDs)

5.2.10.1 General

Coordination between IC-CPDs and SCPDs shall be verified under the general conditions of 9.9.2.1, by means of the tests described in 9.9.2.4 which verify that there is adequate protection against currents up to the rated conditional short-circuit current I_{nc} and up to the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$.

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

The r.m.s. value of prospective current, assigned by the manufacturer, which an IC-CPD protected by an SCPD can withstand under specified conditions without undergoing alterations impairing its functions. The conditions are those specified in 9.9.2.4a).

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

The value of residual prospective current, assigned by the manufacturer, which an IC-CPD, protected by an SCPD, can withstand under specified conditions without undergoing damage. The conditions are those specified in 9.9.2.4 c).

5.3 Standard and preferred values

5.3.1 Preferred values of rated operational voltage (U_e)

Preferred values of rated voltage are 120 V, 230 V, 400 V and 480 V.

Wherever in this standard there is a reference to 230 V or 400 V, they may be read as 220 V or 240 V, 380 V or 415 V, respectively.

Wherever in this standard 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 standard there is a reference to 240 V three phases, it may be read as 100 V or 120/208 V.

5.3.2 Preferred values of rated current (I_n)

The preferred values of the rated current are indicated in Table 1.

Table 1 – Preferred values of rated current and corresponding preferred values of rated voltages

Type	Rated voltage V	Rated current A
Three-phase systems	480 ^a	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 24, 30, 32
	400	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 25, 32
	240	15, 20, 30
Single- and two-phase systems	230	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 25, 30, 32
	120	6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 30, 32.
^a Only for mid-point or star-point earthed systems with voltage to earth 240 V or 277 V, as applicable.		

If the IC-CPD supports simplified control pilot circuit the rated current shall be 10 A or higher.

NOTE 1 In some countries simplified control pilot circuit is not allowed: US, CH.

The rated current shall not be higher than 32A.

NOTE 2 In the following countries, the use of IEC 60309-2 accessories is recommended for mode 2 connections for more than 8 A (2 kVA): CH.

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

Standard values of rated residual operating current are:

$$0,006 \text{ A} - 0,01 \text{ A} - 0,015 \text{ A} - 0,02 \text{ A} - 0,03 \text{ A}.$$

NOTE In the following countries, the residual operating current is frequency dependent and limited according to national standards: US, CA, MX.

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

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

If for IC-CPD according to 4.4.2 the protective conductor is passed with more turns than the live conductors through the current transformer on a $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ device this value may be reduced to $0,25 I_{\Delta n}$.

5.3.5 Standard minimum value of the non-operating overcurrent through the IC-CPD

The standard minimum value of the non-operating overcurrent through the IC-CPD is $4 I_n$.

5.3.6 Preferred values of rated frequency

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

NOTE In the following countries, a device which measures leakage current over a range of frequencies and trips at predefined levels of leakage current, based upon the frequency, is required by national standards: US, CA, MX.

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

The minimum value of the rated making and breaking capacity I_m is 100 A.

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

The minimum value of the rated residual making and breaking capacity is 100 A.

5.3.9 Standard value of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

The standard value of the rated conditional short-circuit current is 1 500 A.

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

The standard value of the rated conditional residual short-circuit current is 1 500 A.

5.3.11 Limit values of break time

The limit values of break time are given in Table 2 for a.c. residual currents, in Table 3 for smooth d.c. residual currents and in Table 4 for residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two or three phases.

Table 2 – Limit values of break time for a.c. residual currents at rated frequency

Limit values of break time at a residual current (I_{Δ}) equal to			
s			
$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	5 A, 10 A, 20 A, 50 A, 100 A ^a
0,3	0,15	0,04	0,04
The maximum value of the test current should not exceed I_m .			
NOTE For operation with residual currents having a d.c. component, see 9.7.4.			
^a The tests at 5 A, 10 A, 20 A, 50 A and 100 A are only made during the verification of the correct operation as mentioned in 9.7.3.5.			

Table 3 – Limit values of break time for smooth d.c. residual currents

Limit values of break time at a d.c residual current equal to		
s		
6 mA	60 mA	300 mA
10,0	0,3	0,04

Table 4 – Limit values of break time for residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two or three phases

Limit values of break time at a residual pulsating direct current (I_{Δ}) equal to			
s			
$2 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$10 I_{\Delta n}$	5 A, 10 A, 20 A, 50 A
0,3	0,15	0,04	0,04

6 Marking and other product information

6.1 Data to be marked on the IC-CPD

The IC-CPD shall be marked in a durable manner with the following data:

- the manufacturer's or distributor's name or trademark;
- type designation, catalogue number or serial number;
- rated voltage;

- d) rated frequency, if the IC-CPD is designed for frequencies other than 50 Hz and 60 Hz (see 5.3.6);
- e) rated current;
- f) rated residual operating current;
- g) degree of protection. The IP degree is applicable only to the function box and marking g) shall be on the function box;
- h) the marking with the name of the product: IC-CPD;
- j) IC-CPD shall be marked with the symbol ;
- k) for IC-CPD according to 4.5.2, a statement that the IC-CPD may not operate if used on IT or other unearthed systems such as an isolated winding generator or isolating transformer.



Marking with the following symbol: IEC 60417-6293 (2015-05);

A statement is not needed for an IC-CPD according to 4.5.2 with a function to deactivate the verification check of the availability of the upstream protective conductor.

NOTE 1 This information can be on a durable label attached to the cord.

- l) value of the residual non-operating current $I_{\Delta no}$, if different from 0,5 $I_{\Delta n}$;
- m) indication according to the design of the protective conductor path as follows:

- classified according to 4.4.2 with marking



IEC 60417-6289 (2015-03)

- classified according to 4.4.3 with marking:



IEC 60417-6290 (2015-03)

The symbol may be integrated in a wiring diagram;

- n) additional information about technical data at higher altitudes, if applicable;
- o) the maximum charging current of the IC-CPD, if lower than the rated current;
- p) information about the behaviour at smooth d.c. residual currents above 6 mA, if applicable.

For the marking of rated current and rated voltage marking, numbers alone may be used. These figures shall be placed on one line, separated or not by an oblique line, or the number for rated current shall be placed above the number for rated voltage, separated by a horizontal line.

The marking for the nature of supply shall be placed next to the marking for rated current and rated voltage.

Examples of marking for current, voltage and nature of supply:

$$16 \text{ A } 230 \text{ V} \sim, \text{ or } \frac{16}{230} \sim, \text{ or } 16 \text{ A } 230 \text{ V a.c.}, \text{ or } 16/230 \text{ a.c.}, \text{ etc.}$$

When symbols are used, they shall be as follows:

- amperes A
- volts V
- alternating current $\sim$ IEC 60417-5032 (2002-10)
- neutral N
- protective earth; protective ground  IEC 60417-5019 (2006-08)

For details of the symbols for a.c. and protective conductor, see IEC 60417.

The markings a), b), c), d), e), f), h), j), k), l), m) and o) shall be on the enclosure of the function box itself or on a nameplate or nameplates attached to the IC-CPD and shall be located so that they are visible and legible when the IC-CPD is assembled as for normal use.

Information k) shall also be given in the instruction sheet.

NOTE 2 This information can be given within the car manual.

Information n) shall be given in the instruction sheet.

For IC-CPD without the integrated function to trip at maximum 6 mA smooth d.c. residual currents, in addition to information p) on the product, detailed information shall be given in the instruction sheet, including the information, that this IC-CPD shall not be used for vehicles which may cause smooth d.c. residual currents under first fault conditions.

This requirement including p) is limited to the transition period (see Foreword) and is not applicable afterwards.

Operating and indication means shall be marked in accordance with the operating instruction.

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

For non-rewirable IC-CPD, the indication of "N" is not necessary.

NOTE 3 In the following countries, the terminal for the neutral conductor shall also be colored silver or white: US.

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 intended for the protective conductor shall be indicated by the symbol for protective earth; protective ground  IEC 60417-5019 (2006-08).

NOTE 4 In the following countries, the terminal for the protective conductor shall also be colored green: US.

In addition, screwless terminals of devices according to 4.3.3 shall be marked with an appropriate marking indicating the length of insulation to be removed before the insertion of the conductor into the screwless terminal.

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

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

6.2 Information to be provided to the end-user

The information to be provided to the end-user is:

- a) information for the user about the automatic process of verification for the self test;
- b) information that the device shall not be used if it fails to operate correctly in accordance with the instructions and to seek advice from the manufacturer, responsible vendor or an electrician;
- c) information warning against storage or use beyond the service conditions given in Table 5 and against misuse such as dropping, immersion, etc.;

- d) information instructing the user that the IC-CPD shall be plugged in without the use of an adaptor except if the adaptor is part of the IC-CPD and meets the requirements of a pluggable IC-CPD.;
- e) information instructing the user that the IC-CPD shall be plugged in directly into the fixed socket-outlet without the use of an extension cord;
- f) information about the detected failures and the related indications given by the product in this case;
- g) information that the components of a pluggable IC-CPD shall not be connected or disconnected while the IC-CPD is in use (infrastructure plug connected in a socket-outlet or the vehicle connector is engaged in a vehicle inlet);
- h) a list of instructions about how to connect the IC-CPD to the socket-outlet and to the car, and how to store it properly.

Compliance is checked by inspection.

7 Standard conditions for operation in service and for installation

7.1 Standard conditions

IC-CPDs complying with this standard 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 ^e
Ambient temperature ^{a, f, h}	–25 °C to +45 °C ^b	23 °C	±5 °C
Altitude	Up to 2 000 m ^g		
Relative humidity (maximum value at 40 °C)	75 % ^c		
External magnetic field	Not exceeding five times the earth's magnetic field in any direction	Earth's magnetic field	^d
Frequency	Reference value ±5 %	Rated value	±2 %
Sinusoidal wave distortion	Not exceeding 5 %	Zero	5 %

^a The maximum value of the mean daily temperature is +35 °C.

^b Values outside this range are admissible where more severe climatic conditions prevail, subject to agreement between manufacturer and user.

^c Higher relative humidities are admitted at lower temperature (for example 90 % at 20 °C).

^d IC-CPDs should not be used in the proximity of a strong magnetic field. In this case, supplementary requirements may be necessary.

^e The tolerances given apply unless otherwise specified in the relevant test.

^f Extreme limits of -40 °C and 85 °C, for IC-CPDs are admissible during storage and transportation.

^g For higher altitudes it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength and the cooling effect of the air. Therefore the increased clearances and creepage distances according to Table 7 shall be considered and the manufacturer shall provide additional information about technical data for use at higher altitudes.

^h If the IC-CPD is equipped with a plug according to a standard with a lower standard maximum temperature or a higher standard minimum value then this temperature is applicable for the whole IC-CPD. For plugs according to IEC 60884-1 the maximum temperature is 35 °C, the minimum temperature is -5 °C and for plugs according to IEC 60309-1 the upper temperature is 40 °C the minimum temperature is -25 °C unless higher performances are stated by the manufacturer.

7.2 Conditions for installations

IC-CPDs shall be used in accordance with their instructions.

8 Requirements for construction and operation

8.1 Mechanical design

IC-CPDs shall be so designed and constructed that in normal use their performance is reliable and the risk of danger to the user or surroundings, even in the case of miswiring conditions as defined in this standard, is minimised.

For devices according to 4.3.2 (non re-wirable) and 4.3.4, it shall be verified that it is not possible to change wiring of the device without leaving permanent and visible damage.

For devices according to 4.3.3 (wired by the manufacturer), it shall be verified that the user cannot re-wire the device without leaving permanent and visible damage.

Pluggable IC-CPDs according to 4.3.4 shall be provided with a retaining means which holds accessories in position when properly engaged and prevents their unintentional withdrawal.

Pluggable IC-CPDs according to 4.3.4 shall not be operational without engaged retaining means.

The IC-CPD shall not be functional until all mandatory functions are properly connected.

The IC-CPD, without considering plugs and vehicle connector, shall have a minimum degree of protection of IPXXD according to IEC 60529 after assembly as for normal use.

Components of pluggable IC-CPDs according to 4.3.4 shall have a minimum degree of protection of IPXXB according to IEC 60529 before being connected to each other.

A maximum length of cord of 1,7 m is allowed between the plug and the function box.

NOTE 1 In the following countries, the interrupting device of the personnel protection system (IC-CPD) shall be located within 0,3 m from the plug or be an integral part of the plug according to national rules: US, MX.

If the function box(es) is (are) located at more than 0,3 m of the plug it/they shall have drive-over capability as defined in 9.34.

If a pluggable electrical connection of a pluggable IC-CPD according to 4.3.4 is located at more than 0,3 m of the plug, it shall have drive-over capability in a mated position as defined in 9.34.

For IC-CPDs the protective conductor shall be coloured green and yellow.

NOTE 2 In the following countries, the color for the protective conductor may be solid green: US.

There shall be no provision to alter the residual operating characteristics of IC-CPDs.

The plugs of the IC-CPDs shall be mechanically and electrically compatible with the socket outlet system in which they are intended to be used, and the requirements of the national standard shall be used. If no national requirements exist, the requirements of IEC 60884-1 shall apply for plugs for household and similar use and the IEC 60309 series shall apply for industrial plugs.

It is recommended to use plugs with solid brass pins, if plugs are pin type.

NOTE 3 In the following countries the use of solid brass pins is required: FR.

For specific applications and areas, non interchangeable industrial plugs may be used in conjunction with the IEC 60309 series.

Where reference is made to vehicle connectors the IEC 62196 series applies.

Compliance is checked by inspection and by the tests of the relevant clauses.

NOTE 4 In the following countries IC-CPD according to 4.1.2 or 4.1.3 must fulfil both 4.1.2 and 4.1.3 specification and requirements: NO.

8.2 Pluggable electrical connections of pluggable IC-CPDs according to 4.3.4

8.2.1 General

Connections of an IC-CPD shall be designed in a way that only accessories fulfilling 8.2 can be connected. Components of a pluggable IC-CPD shall not be intermateable in any other way than intended by the manufacturer.

If components of an IC-CPD with different rated currents are intermateable, an automatic means which the end-user cannot influence shall be provided to limit the maximum current given by the control pilot signal of the IC-CPD to the lowest rated current of any of the components.

The manufacturer shall specify the minimum level of engagement of each contact of the electrical connection from which it can be used at nominal current.

The connection shall meet the requirements in Clause 22 of IEC 60309-1:1999, IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 at the minimum level of engagement of each contact specified by the manufacturer for its use at nominal current.

For pluggable electrical connections which are intended to be plugged or unplugged by the user or others the fitting, replacement or exchange of components of the IC-CPD assembly shall be in accordance with the tests in IEC 60309-1.

- Only accessories classified according to 6.1.3 of IEC 60309-1:1999 as accessories with earthing contact shall be used.
- Only accessories classified according to 6.1.4 of IEC 60309-1:1999 as non-rewirable plugs and connectors shall be used.
- Only socket-outlets and connectors classified according to 6.1.8 of IEC 60309-1:1999 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 as accessories providing for a minimum of IPXXB shall be used.
- The retaining means may be rendered ineffective before the test, if agreed upon by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection and by the tests of the relevant clauses.

8.2.2 Degree of protection of pluggable electrical connection against solid foreign objects and water for pluggable IC-CPD

All accessories shall provide for IP55 in the mated position.

All accessories shall provide for IP24 in the unmated position. IP24 may be obtained by the combination of the accessory and a lid or cap.

8.2.3 Breaking capacity of pluggable electrical connection for pluggable IC-CPD

The breaking capacity shall be tested according to Clause 20 of IEC 60309-1:1999 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 by using a current of 2 A or a current specified by the manufacturer, whichever is lower.

The on-load tests shall be conducted according to Clause 21 of IEC 60309-1:1999, IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 by using a current of 2 A or a current specified by the manufacturer, whichever is lower.

The number of off-load tests according to Clause 21 of IEC 60309-1:1999, IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 shall be determined by the rated current and the corresponding number of cycles given in Table 7 of IEC 60309-1:1999 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012.

If it is not intended to limit the load, the maximum breaking capacity shall be provided. In that case 8.2.4 does not apply.

8.2.4 Additional requirements

Additional requirements as follows:

- a) For pluggable electrical connections located between the contacts of the plug and the contact mechanism controlled by the pilot function of the IC-CPD a means shall be provided for
 - limiting the load on each contact not properly engaged with its counterpart to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower;
 - limiting the load on each contact when being plugged to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower, before the contact is not yet engaged at least to the minimum level specified by the manufacturer for its use at nominal current;
 - limiting the load on each contact when being unplugged to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower, before the contact is no longer engaged at least to the minimum level specified by the manufacturer for its use at nominal current.

Compliance is checked by inspection.

- b) For pluggable electrical connections located between the contact mechanism controlled by the pilot function of the IC-CPD and the contacts of the vehicle connector a means shall be provided for
 - limiting the voltage on each contact of an accessory not sufficiently engaged with its counterpart to provide for IPXXD to 30 V a.c. or 60 V d.c;
 - limiting the load on each contact not properly engaged with its counterpart to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower;
 - limiting the load on each contact when being plugged to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower, before the contact is not yet engaged at least to the minimum level specified by the manufacturer for its use at nominal current;
 - limiting the load on each contact when being unplugged to 2 A or its maximum breaking capacity, whichever is lower, before the contact is no longer engaged at least to the minimum level specified by the manufacturer for its use at nominal current.

Compliance is checked by inspection.

8.3 Construction

8.3.1 General

It shall not be possible to disassemble an IC-CPD classified according to 4.3.2.

If the IC-CPD is provided with a suspension means the relevant tests as given in IEC 60884-1:2002, IEC 60884-1:2002/AMD1:2006 and IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 24.1, 24.11, 24.12 and 24.13 shall be made.

Parts of the assembly classified according to 4.3.3 shall be securely assembled and it shall not be possible to disassemble them without the aid of a tool.

Except for the pluggable connections of IC-CPDs classified according to 4.3.4, it shall not be possible to disassemble the IC-CPD without the aid of a special purpose tool.

The control pilot function controller shall not be able to close the switching device in case of

- single fault inside the control pilot function controller, or
- single fault of the control circuit of the switching device, or
- after residual current fault without a reset of the IC-CPD

Under single fault conditions of the control pilot function (PWM), no critical overload situation shall appear.

Compliance is checked by fault analysis provided by the manufacturer (e.g. FMEA).

NOTE 1 In France for a rated current above 8 A, rewirable connections of the household plug are not allowed. Connection between the household plugs and cable shall use terminations (see definition 3.2.3).

NOTE 2 In Switzerland the use of IEC 60309-2 accessories is recommended for mode 2 connections for more than 8 A (2 kVA).

8.3.2 Terminations of IC-CPDs

Terminations of IC-CPDs shall be so located or protected that they cannot create a dangerous situation.

Compliance is checked by the test of 9.4.

8.3.3 Enclosure of IC-CPDs according to 4.3.3

The enclosure of IC-CPDs according to 4.3.3 shall completely enclose the terminals and the ends of flexible cables and cords.

The construction shall be such that the conductors can be properly connected and such that, when the accessory is wired and assembled as for normal use, there is no risk that

- the conductors are pressed against each other,
- a core, the conductor of which is connected to a live terminal, comes into contact with accessible metal parts,
- a core, the conductor of which is connected to the earthing terminal, comes into contact with live parts.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

8.3.4 Terminal screws or nuts of IC-CPDs according to 4.3.3

The IC-CPD shall be so designed that terminal screws or nuts cannot become loose and fall out of position in such a way that they establish an electrical connection between live parts and the earthing terminal or metal parts connected to the earthing terminal.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

8.3.5 Strain on the conductors of IC-CPDs according to 4.3.3

IC-CPDs according to 4.3.3 shall be designed with ample space for slack of the earthing conductor in such a way that, if the strain relief should fail, the connection of the earthing conductor is subjected to strain after the connections of the current-carrying conductors and such that, in case of excessive stresses, the earthing conductor will break after the current-carrying conductors.

Compliance is checked by the test of 9.22.

8.3.6 Additional requirements for IC-CPDs according to 4.3.3

For IC-CPDs according to 4.3.3 the following additional requirements apply:

- it shall be clear how the relief from strain and the prevention of twisting is intended to be effected;
- the cord anchorage, or at least part of it, shall be integral with or permanently fixed to one of the component parts;
- makeshift methods, such as tying the cable or cord in a knot or tying the ends with string, shall not be used;
- cord anchorages shall be suitable for the different types of flexible cable or cord which may be connected, and their effectiveness shall not depend upon the assembly of the parts of the body;
- cord anchorages shall be of insulating material or be provided with an insulating lining fixed to the metal parts,
- metal parts of the cord anchorage, if any, including clamping screws, shall be insulated from the earthing circuit.

Compliance is checked by inspecting the construction and documents provided by the manufacturer.

8.3.7 Insulating parts which keep the live parts in position

They shall be reliably fixed.

Compliance is checked by inspection and by manual test.

8.3.8 Screws for IC-CPD according to 4.3.3

The use of tight-fitting washers of cardboard or the like is deemed to be an adequate method for securing screws which are to be captive.

Compliance is checked by inspection.

8.3.9 Means for suspension from a wall or other mounting surfaces

An IC-CPD with means for suspension mounted or not mounted shall fulfill requirements for protection against electric shock according to 8.5.

Verification is under consideration.

8.3.10 Plug as an integral part of plug-in equipment

If a plug is an integral part of plug-in equipment, that equipment shall not cause overheating of the pins.

For plugs having rated currents and voltages up to and including 16 A and 250 V compliance is checked by the tests of 9.6.

The IC-CPD shall not impose undue strain on fixed socket-outlets.

For an IC-CPD with a plug for household and similar use compliance is checked by the test of 9.23.

8.3.11 Flexible cables and cords and their connection

8.3.11.1 Cord anchorage

Any part of IC-CPD according to 4.3.3 and 4.3.4, if relevant, shall be provided with a cord anchorage such that the conductors are relieved from strain, including twisting, when they are connected to the terminals or terminations, and their covering is protected from abrasion.

The sheath, if any, of the cord shall be clamped within the cord anchorage.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.24.

8.3.11.2 Minimum cross section

IC-CPDs shall be provided with a flexible copper cable complying with IEC 60227 or IEC 60245.

NOTE IEC 62893 for EV charging cables is under development.

The minimum cross-sectional areas of the load conductors and the protective earth conductor are given in Table 6 in relation to the current limit given by the control pilot signal.

Table 6 – Minimum cross-sectional area of flexible cable or cord

Current limit given by control pilot signal	Minimum cross-section mm ²	AWG 1Ø
≤ 13 A	1,5	16
13 A < I ≤ 15 A	2,5	14
15 A < I ≤ 20 A	2,5	14
20 A < I ≤ 30 A	6	10
30 A < I ≤ 32 A	6	10

The control pilot wire shall have a minimum cross-section of 0,5 mm²/AWG20.

Compliance is checked by inspection, by measurement and by checking that the flexible cables or cords are in accordance with the IEC 60227 series or the IEC 60245 series, as applicable.

8.3.11.3 Bending

Parts of IC-CPDs shall be so designed that the flexible cable or cord is protected against excessive bending where it enters the accessory.

Guards provided for this purpose shall be of insulating material and shall be fixed in a reliable manner.

NOTE Helical metal springs, whether bare or covered with insulating material are not suitable to be used as cord guards.

Compliance is checked by inspection and by the test of 9.25.

8.4 Electrical performance

8.4.1 Protective conductor path

The switched contact within the protective conductor path, if any, shall provide adequate contact pressure and shall not deteriorate in normal use.

The protective conductor may pass through the sensing toroid as long as the unit complies with the appropriate operating test.

It shall be verified by inspection that the protective conductor path does not have any semiconductor device connected in series.

Compliance is checked by the temperature rise test of 9.6.2, the residual short-circuit test of 9.9.2.3 and the conditional short-circuit test of 9.9.2.4 c).

8.4.2 Contact mechanism

Each line conductor and the neutral conductor, if any, of the IC-CPD shall be provided with switching contacts. For IC-CPDs according to 4.4.2 the protective conductor shall be provided with a switching contact. The line contacts and the neutral contact, if any, shall be mechanically or electrically coupled such that they make and break substantially together.

The protective conductor contact, if any, may be mechanically or electrically coupled to the line and neutral contacts.

The switching contact of the protective conductor path, if any, shall close before and open after the switching contacts of the live conductors or close and open substantially together with the live conductors.

It may be possible to switch off the IC-CPD when energized as in normal use. A test device may be used for that purpose.

The IC-CPD shall have means for manual reset after a residual current operation. This may be done by a dedicated means or by disconnecting from the socket-outlet.

NOTE The following countries allow automatic reset after successful self test with limitations as imposed by 14.3 and 17.7 of UL 2231-2: US.

A test device may be provided.

An automatic verification shall ensure detection of unintended closed contacts.

The IC-CPD shall have an indicator showing the state of the contacts and give a clear indication or response in case of unintentionally closed contacts.

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.

Compliance with the above requirements is checked by inspection and by the relevant tests of 9.7.

8.4.3 Clearances and creepage distances (see Annex C)

Clearances and creepage distances shall not be less than the values shown in Table 7, when the IC-CPD is mounted as in normal use. The values in Table 7 are based on the IC-CPD being designed for operating in an environment with pollution degree 2 and overvoltage category II.

NOTE If higher altitudes, pollution degrees or overvoltage category are considered, the appropriate clearances and creepage distances are defined in IEC 60664-1.

Compliance for item 1 in Table 7 is checked by measurement or by the test of 9.5.5.3.1 and 9.5.5.3.2. The test is carried out with samples not submitted to the humidity treatment described in 9.5.1.

The clearances of items 2 and 4 may be reduced provided that the measured clearances are not shorter than the minimum allowed in IEC 60664-1 for homogenous field conditions. In this case, after the humidity treatment described in 9.5.1, compliance for items 2 and 4 and the arrangements of 9.5.2, items b), c), d) and e) is checked in the following order:

- tests according to 9.5.2,
- test according to 9.5.5.2, applied with the test voltages given in Table 10 and with the test arrangements of 9.5.2 items b), c), d), e).

If the measurement does not show any reduced clearance, test 9.5.5.2 is not applied.

Double insulation or reinforced insulation shall be provided upstream of the interrupting contacts of the IC-CPD between hazardous-live parts and

- accessible surfaces of operating means,
- screws or other means for fixing covers which may be removed when connecting the connector,
- accessible metal parts.

Compliance is checked by the test of 9.5.5.2. The test voltage shall be multiplied by 1,6.

All measurements required in 8.4.3 shall be carried out in Test sequence A on one sample and the tests 9.5.5.2 shall be carried out before 9.5.1 on three samples of Test sequence B.

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.

For domestic plugs and when a national standard exists the relevant national standard applies. If no relevant national standard is available IEC 60884-1 applies.

For industrial plugs, the IEC 60309 series applies.

For vehicle connectors IEC 62196-1 or IEC 62196-2 applies.

The verification of clearances and creepage distances on printed circuit boards is made by the tests of 9.27.

Table 7 – Minimum clearances and creepage distances (rated voltage 230 V, 230/400 V)

	Minimum clearances ^g mm				Minimum creepage distances ^{c, g} mm											
					Group IIIa ^d (175 V ≤ CTI < 400 V) ^b				Group II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^b				Group I (600 V ≤ CTI) ^b			
	Rated voltage V ^e				Working voltage V											
	U_{im} 1,5 kV	U_{imp} 2,5 kV														
Description	120	250	230/ 400	48 0	120	250	400	48 0	120	250	400	480	120	250	400	480
1. between live parts which are separated when the main contacts are in the open position ^a	0,5	1,5			1,5	2,5	4,0	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
2. between live parts of different polarity	0,5	1,5			1,5	2,5	4,0	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
3. void																
					Rated voltage V											
					120	250	230/ 400	48 0	120	250	230/ 400	480	120	250	230/ 400	480
4. downstream interrupting contacts of the IC-CPD between live parts and - accessible surfaces of operating means - screws or other means for fixing covers which may be removed when connecting the connector - accessible metal parts ^f - PE	0,5	1,5			1,5	2,5	4	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
5. upstream interrupting contacts of the IC-CPD between live parts and - accessible surfaces of operating means	1,5	3			2,5	5	8	10	2,1	3,6	5,6	7,2	1,5	3	4	5

	Minimum clearances ^g mm		Minimum creepage distances ^{c, g} mm											
			Group IIIa ^d (175 V ≤ CTI < 400 V) ^b				Group II (400 V ≤ CTI < 600 V) ^b				Group I (600 V ≤ CTI) ^b			
	Rated voltage V ^e		Working voltage V											
	U_{im} 1,5 kV	U_{imp} 2,5 kV												
- screws or other means for fixing covers which may be removed when connecting the connector														
- accessible metal parts ^f														
NOTE 1 The parts of the neutral path, if any, are considered to be live parts.														
NOTE 2 Clearances and creepage distances of the secondary circuit and between the primary windings of the IC-CPD transformer are not considered.														
a For auxiliary and control contacts the values are given in the relevant standard.														
b See IEC 60112.														
c 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 C.														
d For material group IIIb (100 V ≤ CTI < 175 V) the values for material group IIIa multiplied by 1,6 apply.														
e The rated voltage is the maximum operational voltage to earth.														
f 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 test wire according to 9.4 (see Figure 9).														
g For altitudes of 3 000 m the values shall be multiplied by 1,14, for 4 000 m they shall be multiplied by 1,29.														

8.5 Protection against electric shock

8.5.1 General

IC-CPDs shall be so designed that, when they are used according to the manufacturers' instructions, live parts are not accessible.

External parts, other than screws or other means for fixing covers and labels, which are accessible when the IC-CPD is used under normal conditions, 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.

Such lining shall be fixed so that it is not likely to be lost. It shall have adequate thickness and mechanical strength and shall provide adequate protection even at places where sharp edges occur.

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

Accessible parts of operating means shall be made of insulating material.

Metal parts of the mechanism shall not be accessible. In addition, they shall be insulated from all accessible metal parts, including metal frames, plates, screws or other means used as supporting or fixing means.

Lacquer and enamel are not considered to provide adequate insulation for the purpose of 8.5.1.

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

8.5.2 Requirements relating to plugs, whether incorporated or not in integral items

For plugs for household and similar use, this is covered by the requirements of national standards. In the absence of national standards IEC 60884-1 applies.

For industrial plugs the IEC 60309 series applies.

8.5.3 Degree of protection of the function box

The degree of protection of the parts of the function box after assembly as for normal use shall not be less than IP55. This also means that all connections between the function box and other components of a pluggable IC-CPD are mated.

This requirement does not apply to the plug inserted in a standard socket outlet, in particular in case of IC-CPD according to 4.2.3.

The relevant tests of IEC 60529 apply.

The test conditions for the function box regarding the first and second IP number according to IEC 60529 apply as follows:

- the samples shall be tested in different positions chosen at random, if applicable;
- the samples are not connected to supply voltage;
- the dust test is performed in an enclosure of category 2.

In addition to the IP requirement the function box shall be submitted to the following test:

- test procedure according to 14.2.7 of IEC 60529:1989 with the upper part of the casing placed 5 cm under water.

After the test under the conditions of tests specified in 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$ and shall not trip with a current of $I_{\Delta n0}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break-time.

8.5.4 Requirements relating to vehicle connectors

For vehicle connectors the IEC 62196 series applies.

8.6 Dielectric properties

IC-CPDs shall have adequate dielectric properties.

Compliance is checked by the tests of 9.5.

8.7 Temperature rise

The temperature-rises of the parts of an IC-CPD specified in Table 8, measured under the conditions specified in 9.6, shall not exceed the limiting values stated in this table.

The IC-CPD shall not suffer damage impairing its functions and its safe use.

Table 8 – Temperature-rise values

Parts a, b, c	Temperature rise ^d K
Contacts or terminals for external connections	50
Parts likely to be touched made of metallic	30
non-metallic	50
NOTE In the UK the temperature rise limit is 52 K in fused plug and socket-outlet systems.	
^a No value is specified for the contacts, since the design of most IC-CPDs is such that a direct measurement of the temperature of those parts cannot be made without the risk of causing alterations or displacement of parts likely to affect the reproducibility of the tests. The test of 9.17.2 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 IC-CPD shall not be impaired. ^c For plugs, connectors and cables the relevant values of the individual product standards apply. ^d Values derived from touch times of 4 s, taken from IEC Guide 117.	

8.8 Operating characteristics

8.8.1 General

IC-CPDs shall present adequate operating characteristics.

Compliance is checked by the tests of 9.7.

8.8.2 Safe connection operating characteristics

It shall be verified that the protective conductor, on the load side, is connected to the vehicle.

Compliance with this requirement is checked by the test of 9.7.9.

The IC-CPD shall comply with the additional requirements of 5.1 for supply failures defined in 3.3.1.5, and hazardous live protective conductor conditions defined in 3.3.3.18 (see 8.22). The hazardous live protective conductor conditions only apply to IC-CPD classified according to 4.4.2.

8.8.3 Operating characteristics with a.c. residual currents and residual currents having a d.c. component

The break times for the IC-CPD shall be according to Table 2 in presence of a.c. residual currents at rated frequency and residual currents having a d.c. component.

The correct operation in case of residual pulsating direct currents superimposed by smooth direct currents, shall also be verified.

The IC-CPD shall also detect and break composite residual currents.

Compliance is checked by the tests of 9.7.3, 9.7.4 and 9.7.6.

8.8.4 Operating characteristics with smooth d.c. residual current

The IC-CPD shall verify that smooth d.c. residual currents do not exceed the value of 6 mA and ensure a break time according to Table 3 in case that this limit is exceeded.

NOTE Regarding this requirement, see also the Foreword.

Compliance is checked by the tests of 9.7.6.

8.8.5 Behaviour of the IC-CPD after a residual current operation

After operation due to a residual current a re-closure without a user interaction shall not be possible.

The user interaction shall initiate a self test before charging.

Compliance is checked by the tests of 9.13.

8.8.6 Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases

IC-CPDs operating on two-phase supply (according to 4.1.3) shall operate in response to a steady increase of residual pulsating direct current resulting from rectifying circuits within the limits of 3,5 mA and 7 mA.

Compliance is checked by the tests of 9.7.11 a).

IC-CPDs operating on two-phase supply shall operate in response to a sudden appearance of residual pulsating direct current resulting from rectifying circuits according to the limits specified in Table 4.

Compliance is checked by the tests of 9.7.11 b).

8.8.7 Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases

IC-CPDs according to 4.1.4 shall operate in response to a steady increase of residual pulsating direct current resulting from rectifying circuits within the limits of 3,1 mA and 6,2 mA.

Compliance is checked by the tests of 9.7.12 a).

IC-CPDs according to 4.1.4 shall operate in response to a sudden appearance of residual pulsating direct current resulting from rectifying circuits according to the limits specified in Table 4.

Compliance is checked by the tests of 9.7.12 b).

8.9 Mechanical and electrical endurance

IC-CPDs shall be capable of performing an adequate number of mechanical and electrical operations.

The IC-CPD 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 tests of 9.8.1 and 9.8.2.

8.10 Performance at short-circuit currents

IC-CPDs shall be capable of performing a specified number of short-circuit operations.

Compliance is checked by the tests of 9.9.

8.11 Resistance to mechanical shock and impact

IC-CPDs shall have adequate mechanical strength so as to withstand the stresses imposed during connection and use.

Compliance is checked by the test of 9.10.

8.12 Resistance to heat

IC-CPDs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the test of 9.11.

8.13 Resistance to abnormal heat and to fire

External parts of IC-CPDs 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.

Compliance is checked by the test of 9.12.

8.14 Performance of the test function

IC-CPDs shall be provided with an automatically initiated self test to verify the ability of the IC-CPD to detect a residual current event. The self test shall cover the whole function chain consisting of the detection and evaluation of the residual current. The contact mechanism is excluded.

The automatic self test shall be performed each time

- the IC-CPD is connected to the supply;
- the vehicle coupler is connected to the vehicle (only applicable if connected to the supply) or the vehicle has requested to initiate a charging session.

One self test is sufficient within a 10 min interval.

The 10 min are understood as follows: If a self test has already been performed within the past 10 min another test is not required on power-up or when connected to the vehicle. It is not required to do a self test every 10 min.

The contact closing shall only be initiated if the result of the self test was positive.

Detected failures, including unintended closed contact(s), shall result in not charging the EV by using the PWM signal. A detected unintentional closed contact shall also result in closing the protective conductor contact, if the protective conductor is switched.

If the self test failed it shall be indicated.

The operation of the IC-CPD shall be such that the protective conductor of the installation shall not become live and the circuit on the load side shall not be energized during the self test.

The verification is made by inspection and by tests with a special prepared sample as described in 9.13.

8.15 Behaviour in case of loss of the supply voltage

The tests shall verify the operation of the IC-CPD within its voltage range according to the classification.

The IC-CPD shall operate correctly at any value of the line voltage between 0,85 times and 1,1 times its rated voltage.

Compliance is checked by the tests of 9.7 and 9.14.

The IC-CPD shall open automatically in case of a voltage drop and reinitiate the charging cycle when the line voltage is restored.

However, after an operation due to a residual fault followed by a drop of line voltage the charging cycle shall not be reinitiated automatically when the supply voltage is restored.

According to IEC TS 62763, the IC-CPD shall open automatically in case of a voltage drop and reinitiate charging cycle in accordance with IEC TS 62763, when the line voltage is restored.

Compliance is checked by the tests of 9.14.

8.16 Resistance of IC-CPDs against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages

IC-CPDs shall adequately withstand impulse voltages.

Compliance is checked by the test of 9.16.

8.17 Control pilot function controller

The control pilot circuit shall be according to IEC TS 62763.

PWM values shall not allow a current exceeding the rating of the IC-CPD.

Compliance is checked by testing according to IEC TS 62763.

8.18 Reliability

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

Compliance is checked by the tests of 9.17, 9.18 and 9.29.

8.19 Resistance to tracking

Parts of insulating materials in contact with live parts shall be resistant to tracking.

Compliance is checked by the test of 9.19.

8.20 Electromagnetic compatibility (EMC)

EMC tests shall be performed according to 9.26.

8.21 Behaviour of the IC-CPD at low ambient air temperature

IC-CPDs shall operate reliably at their limits of ambient air temperatures.

Compliance is checked by the tests of 9.7.3.7 and 9.7.3.8.

8.22 Operation with supply failure and hazardous live protective conductor conditions

The IC-CPD shall comply with the additional requirements of 5.1 for supply failures defined in 3.3.1.5, and hazardous live protective conductor conditions defined in 3.3.3.18. The hazardous live protective conductor conditions only apply to IC-CPD classified according to 4.4.2.

Compliance with this requirement is checked by the test of 9.7.7.

8.23 Verification of a standing current in the protective conductor in normal service

The current flowing under normal conditions on the supply side from the IC-CPD to the protective conductor shall not exceed 1 mA r.m.s. at 1,1 U_e in the open and 1,5 mA r.m.s. in the closed positions.

NOTE The value in the closed position takes into account the capacitance of the cable length.

Compliance is checked by the test of 9.7.10.

8.24 Behaviour at specific environmental conditions

IC-CPDs shall operate reliably under specific environmental conditions such as

- resistance to chemical loads;
- solar radiation;
- ultra-violet (UV) radiation;
- coastal environments;
- in case of vehicle drive-over (if applicable);
- after low temperature storage.

Compliance is checked by the tests of 9.29 to 9.35.

8.25 Resistance to vibration and shock

The IC-CPD shall have an adequate withstand to vibrations and shock.

Compliance is checked by the tests of 9.36

9 Tests

9.1 General

9.1.1 Opening and closing of contacts

If specific operating cycles are not described for tests requiring the opening or closing of contacts, the control pilot function controller with an appropriate PWM signal shall be used to operate the IC-CPD by simulation of the different vehicle states as described by IEC TS 62763. For that purpose a special assembled dummy may be used.

The opening and closing sequence shall be triggered by the control pilot.

The Control pilot function controller including the PWM signal is defined in IEC TS 62763.

9.1.2 Type tests

The characteristics of IC-CPDs are checked by means of type tests.

The type tests required by this standard are listed in Table 9.

NOTE Plugs that have already been type-tested to their relevant standard need not be tested again.

Table 9 – List of type tests

Tests	Subclause
– Indelibility of marking	9.3
– Protection against electric shock	9.4
– Dielectric properties	9.5
– Temperature rise test	9.6
– Operating characteristic	9.7
– Mechanical and electrical endurance	9.8
– Behaviour of IC-CPDs under overcurrent conditions	9.9
– Resistance to mechanical shock and impact	9.10
– Resistance to heat	9.11
– Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire	9.12
– Verification of the residual current function by self test	9.13
– Behaviour of IC-CPDs in case of loss of the supply voltage	9.14
– Limiting values of the non-operating current under overcurrent conditions	9.15
– Resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages	9.16
– Reliability	9.17
– Resistance to ageing	9.18
– Resistance to tracking	9.19
– Tests on pins provided with insulating sleeves	9.20
– Mechanical strength of non-solid pins of plugs	9.21
– Effects of strain on the conductors	9.22
– Torque exerted by IC-CPDs on fixed socket-outlets	9.23
– Tests of cord anchorage	9.24
– Flexing test of non-rewirable IC-CPDs	9.25
– Electromagnetic compatibility (EMC)	9.26
– Tests replacing verifications of creepage distances and clearances	9.27
– Verifications for single electronic components used in IC-CPDs	9.28
– Chemical loads	9.29
– Heat test under solar radiation	9.30
– UV radiation	9.31
– Damp and salt mist test for marine and coastal environments	9.32
– Hot damp test for tropical environments	9.33
– Vehicle drive-over	9.34
– Low storage temperature test	9.35
– Vibration and shock test	9.36

9.1.3 Test sequences

For the purpose of verification of conformity with this standard, type tests are carried out in test sequences.

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 IC-CPDs in a clean and new condition, the influencing quantities having their normal reference values (see Table 5).

The non-replaceable integral fuse, if any, of an IC-CPD shall not open during tests unless otherwise stated.

9.1.4 Routine tests

Routine tests are intended to detect faults in materials and workmanship and to ascertain safety and proper functioning of the IC-CPD. They shall be made on each individual device of the IC-CPD.

Routine tests to be carried out by the manufacturer are given in Annex B.

9.2 Test conditions

The tests are made on new samples representative of the production.

Unless otherwise specified, the IC-CPD is connected as in normal use supplied by rated voltage, using plugs, and/or socket-outlets of the same system, at an ambient temperature between 20 °C and 25 °C and according to the manufacturer's instructions.

For type LLLNSE or LLLNE IC-CPDs designed to use less than three phases of a three-phase supply, the tests shall be made only with the wired phases.

The plug and socket outlet are connected according to the test conditions of Clause 19 of IEC 60884-1:2002/AMD2:2013 or the national standard for plugs for household and similar use or Clause 22 of IEC 60309-1:1999, IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 and IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 for industrial plugs or to the relevant clause of the national standard.

Sample selection shall be made at discretion between manufacturer and test laboratory.

The vehicle connector and vehicle inlet are connected according to the test conditions of Clause 24 of IEC 62196-1:2014 for an EV connector.

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 IC-CPD at about half its height and at a distance of about 1 m from the IC-CPD.

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

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

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

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

Markings made by impressing, moulding or engraving are not subjected to this test.

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

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

9.4 Verification of protection against electric shock

The sample is connected as for normal use. IC-CPDs are tested as supplied by the manufacturer.

For the IC-CPD, the standard test wire shown in Figure 9 is applied in every possible position on every part except plug and vehicle connector.

An electrical indicator with a voltage not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

For IC-CPDs where the use of elastomeric or thermoplastic material is likely to influence the requirement, the test is repeated but at an ambient temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, the IC-CPD being at this temperature.

During this additional test, IC-CPDs are subjected for 1 min to the test force of the test wire. This wire, with an electrical indicator as described above, is applied to all places where yielding of the insulating material could impair the safety of the IC-CPD.

During this test, the IC-CPDs shall not deform to such an extent that those dimensions shown in the relevant standard sheets which ensure safety are unduly altered and no live part shall be accessible by the standard test wire (see Figure 9).

If the plug portion is an integral part of the function box

- the assembly is pressed between two flat surfaces with a force of 300 N for 1 min, as shown in Figure 13,
- or
- it is tested according to national requirements of the country where the product is placed on the market.

Fifteen minutes after removal of the test apparatus the sample shall not show such deformation as would result in a situation where live parts are accessible.

9.5 Test of dielectric properties

9.5.1 Resistance to humidity

9.5.1.1 Preparation of the IC-CPD for test

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

Inlet openings, if any, are left open.

9.5.1.2 Test conditions

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

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

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

9.5.1.3 Test procedure

The sample is kept in the cabinet for 48 h.

NOTE A relative humidity between 91 % and 95 % is 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 constant circulation of the air within and to use a cabinet which is thermally insulated.

9.5.1.4 Condition of the IC-CPD after the test

After this treatment, the sample shall show no damage within the meaning of this standard and shall withstand the tests of 9.5.2 and 9.5.3.

9.5.2 Insulation resistance of the main circuit

The IC-CPD having been treated as specified in 9.5.1 is then removed from the cabinet.

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

- a) with the IC-CPD in the open position, in turn between each pair of the terminals or pins which are electrically connected together when the IC-CPD is in the closed position;
- b) with the IC-CPD in the closed position, from each pole in turn to the other two connected together, electronic components connected between current paths being disconnected for the test, including the protective conductor circuit and other circuits.

Where it is not possible to keep the IC-CPD in the closed position, each pole is bridged by an outside connection;

- c) with the IC-CPD in the closed position, from all poles connected together to the frame, including a metal foil in contact with the outer surface of the internal enclosure of insulating material, if any;
- d) between internal metal parts of the mechanism and the frame.

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

- e) for IC-CPDs with a metal enclosure having an internal lining of insulating material, between the frame and a metal foil in contact with the inner surface of the lining of insulating material, if any, including bushing and similar devices.

The term "frame" includes:

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

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

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

The insulation resistance shall not be less than

- 2 M Ω for the measurements according to a) and b);
- 5 M Ω for the other measurements.

9.5.3 Dielectric strength of the main circuit

Immediately after the IC-CPD has passed the tests of 9.5.2, the test voltage specified below is applied for 1 min between the parts indicated in 9.5.2, the electronic components, if any, being disconnected for the test, including the protective conductor circuit and other circuits.

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 9.5.2;
- 2500 V for e) of 9.5.2.

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.

9.5.4 Secondary circuit of detection transformers

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

9.5.5 Verification of impulse withstand voltages (across clearances and across solid insulation) and of leakage current across open contacts

9.5.5.1 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 μ s, and a time to half-value of 50 μ s, 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 a complete IC-CPD, the attenuation or amplification of the test voltage shall be taken into account. It needs to be assured that the required value of the test voltage is applied across the terminals of the equipment under test.

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

The shape of the impulses is adjusted with the IC-CPD under test connected to the impulse generator. For this purpose, appropriate voltage dividers and voltage sensors shall be used. It is recommended to disconnect surge protective components before testing.

NOTE For IC-CPDs with incorporated surge arresters that cannot be disconnected, the shape of the impulses is adjusted without connection of the IC-CPD 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.

9.5.5.2 Verification of clearances with the impulse withstand voltage

If the measurement of the clearances of items 2 and 4 in Table 7 and the arrangements given in 9.5.2 b), c) d) and e) shows a reduction of the required length this test applies. This test is carried out immediately after the measurement of the insulation resistance in 9.5.3.

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

The test is carried out on an IC-CPD placed on a metal support and being in the closed position.

The test impulse voltage values shall be as given in Table 10. These values are corrected for the altitude at which the tests are carried out, according to Table 10.

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

- the phase pole(s) and the neutral pole 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 of the IC-CPD, as applicable.

A third series of tests is made applying the impulse voltage between the arrangements given in 9.5.2 b), c), d) and e) and not tested during the two first sequences described here above.

A fourth series of tests for verification of double insulation or reinforced insulation is made applying the impulse voltage between hazardous-live parts and

- accessible parts (accessible conductive parts and accessible surfaces of insulating material), and
- circuits of the pilot signal.

The test voltage shall be multiplied by 1,6.

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 10 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage

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

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

9.5.5.3.1 General

These tests are not preceded by the humidity treatment described in 9.5.1.

The tests in 9.5.5.3, as stated in the requirements in 8.4.3, shall be carried out before 9.5.1 on three samples of test sequence B.

The test impulse voltage values shall be chosen from Table 10, in accordance with the rated voltage of the installation for which the IC-CPD is intended to be used as given in Table 7.

These values are corrected for barometric pressure at the altitude at which the tests are carried out, according to Table 10.

9.5.5.3.2 IC-CPD in opened position

The series of tests is carried out on an IC-CPD 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.

9.5.5.3.3 IC-CPD in closed position

The series of tests is carried out on an IC-CPD placed on a metal support, wired as in normal use and being in the closed position.

All components bridging the basic insulation have to be disconnected.

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

- the phase pole(s) and the neutral pole 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 of the IC-CPD.

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 9.5.5.3.4.

9.5.5.3.4 Verification of the behaviour of components bridging the basic insulation

Verification shall be performed to ensure that components, bridging the basic insulation and having been disconnected during the impulse voltage test for testing the basic insulation, shall not impair the behaviour or the safety of the basic insulation of the equipment during normal use.

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

The test voltage has a frequency of 50/60 Hz. In accordance to IEC 60364-4-44:2007, Table 44.A2 and IEC 60664-1, the r.m.s. value of the test voltage for the basic insulation is $1\,200\text{ V} + U_e$. U_e is the nominal voltage value between line and neutral.

NOTE 1 As an example, for an IC-CPD having a rated voltage of $U_e = 250\text{ V}$, the value of the a.c. test voltage for basic insulation is $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$, thus the r.m.s. test voltage is $1\,450\text{ V}$.

The voltage is applied for 5 s between:

- the phase pole(s) and the neutral pole 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 shall 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 9.7.3.4 the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole, taken at random, without measurement of break time.

9.6 Temperature-rise test

9.6.1 Test conditions

The general test conditions of 9.2 apply.

IC-CPDs are tested as supplied by the manufacturer.

The necessary plugs used for the test shall have brass pins having the minimum specified dimensions.

9.6.2 Test procedure

A current equal to I_n is passed simultaneously through the two poles of type LNSE or type LLSE IC-CPDs and through the three poles of type LLLNSE or type LLLNE IC-CPDs for a period of time sufficient for the temperature rise to reach the steady-state value. In practice, this condition is reached when the variation of the temperature rise does not exceed 1 K/h.

The test is repeated with the current flowing in the protective conductor path alone and with voltage applied between line and neutral. The IC-CPD is supplied by $1,05 U_e$ and is connected in accordance with Figure 5, as applicable. During the tests the temperature rise shall not exceed the values in Table 8.

A specially prepared sample with the trip circuit disabled may be required if the protective conductor passes through the toroid.

9.6.3 Measurement of the temperature rise of different parts

The temperature of the different parts referred to in Table 8 shall be measured by means of fine wire thermocouples or by equivalent means at the nearest accessible position to the hottest spot.

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

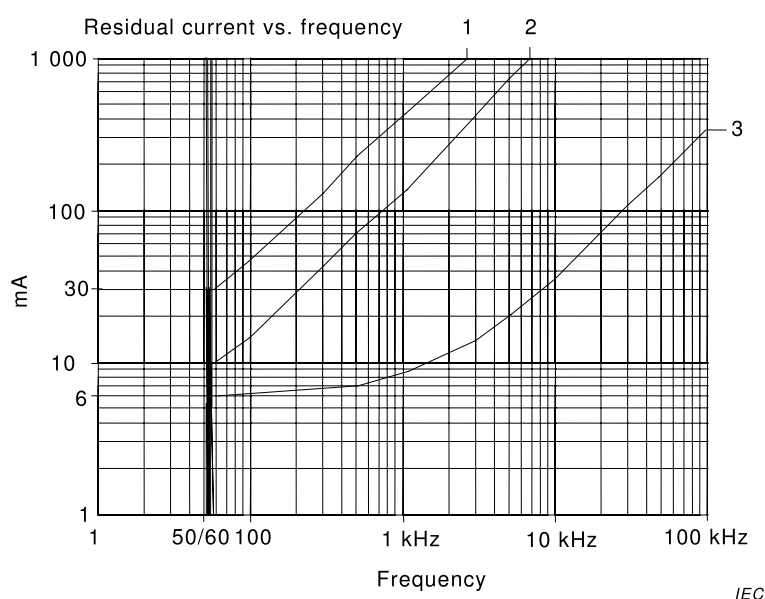
9.6.4 Temperature rise of a part

The temperature rise of a part is the difference between the temperature of this part measured in accordance with 9.6.3, and the ambient air temperature measured in accordance with 9.2.

9.7 Verification of the operating characteristic

9.7.1 General

NOTE In the USA, the UL 2231 MIU concept is applicable to ensure detection of d.c. and high frequency components, giving consideration to the following diagram (see Figure 1).



The figure illustrates the desired characteristics for maintaining the same level of protection over the frequency range that can be anticipated for battery powered vehicle charging systems, considering devices with an $I_{\Delta n}$ of 6 mA, 10 mA, and 30 mA.

Figure 1 – Desired characteristics for maintaining the same level of protection over the frequency range

9.7.2 Test circuit

The IC-CPD is connected as for normal use, unless otherwise specified. The reset of the IC-CPD may be made with any suitable method.

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

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

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

The IC-CPD shall perform the tests of 9.7.3, 9.7.4, 9.7.5, 9.7.6, 9.7.7, 9.7.8, 9.7.9, 9.7.10, 9.7.11 and 9.7.12. Each test is made on one pole only, taken at random, with five measurements, unless otherwise specified.

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

9.7.3 Residual sinusoidal alternating currents tests

9.7.3.1 General

Each test is made at the following values of the line voltage applied to the relevant terminals: 1,1 times and 0,85 times the rated voltage.

The test circuit shall be of negligible inductance and shall be in accordance with Figure 2a), Figure 2b) or Figure 2c), as applicable.

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

With test switch S1 in the closed position, S2 in the open position and S3 in position 1, the IC-CPD closing operation shall be initiated.

The test switch S2 is closed and the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than $0,2 I_{\Delta n}$, to try to attain the value of $I_{\Delta n}$ within 30 s. The tripping current is measured each time.

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

Test is repeated with test switch S3 in position 2.

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

9.7.3.3 Verification of the correct operation at closing on residual current

The test circuit is calibrated at each value of the residual current specified in Table 2. Test switch S2 being in the closed position, test switch S1 in the closed position and test switch S3 in position 1, the IC-CPD is closed on the circuit so as to simulate service conditions as closely as possible.

The IC-CPD may close but shall trip within the relevant specified time and not re-close.

The break-time is measured five times. No measurement shall exceed the relevant specified limiting value.

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

The test circuit is calibrated at each value of the residual current specified in Table 2. Test switches S1 being in the closed position, test switch S2 in the open position, test switch S3 in position 1 and the IC-CPD in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2.

The IC-CPD shall trip during each test. Five tests are made at each value of the residual current with measurement of break-time.

No value shall exceed the relevant specified limiting values.

9.7.3.5 Verification of correct operation in case of sudden appearance of residual currents between 5 A and 100 A

The test circuit is calibrated successively to the following values of residual current:

5 A, 10 A, 20 A, 50 A and 100 A.

The test switch S1 and the IC-CPD being in the closed position, the test switch S3 in position 1, the residual current is established by closing the test switch S2.

The IC-CPD shall trip during each test. The break times shall not exceed the times given in Table 2.

The test is made on one pole only taken at random.

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

The tests of 9.7.3.3 and 9.7.3.4 are repeated, the IC-CPD being loaded with rated current as in normal service for a sufficient time so as to reach steady-state conditions.

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

9.7.3.7 Tests at the temperature limits

The IC-CPD shall perform the tests specified in 9.7.3.4 under the following conditions, successively:

- a) ambient temperature: $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ off-load;
- b) ambient temperature: $+45\text{ }^{\circ}\text{C}$, the IC-CPD having been previously loaded, with the rated current, at any convenient voltage, until it attains thermal steady-state conditions.

In case footnote h, Table 5, applies, the test shall be performed at the maximum temperature of the plug.

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

Preheating may be made at reduced voltage.

9.7.3.8 Verification of the correct operation at low ambient air temperatures of $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$

The IC-CPD, connected as for normal use, is brought into a suitable test chamber with an ambient air temperature of $+23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ and a relative humidity of $93\text{ \%} \pm 3\text{ \%}$.

The volume ratio of the test chamber to the test samples (including enclosures) shall be greater than 50.

The IC-CPD is in the ON-position without load.

Five test cycles are performed (see Figure 27).

Within 6 h the ambient air temperature is reduced to $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ without any supply of humidity and is kept at this value for 6 h. Within the next 6 h the temperature is increased to $+23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ and the relative humidity is increased to $93\% \pm 3\%$.

These values are again kept for 6 h (end of first cycle).

This cycle is performed five times. During these cycles the IC-CPD shall not trip.

Prior to the end of the last 6 h period at -25 °C a residual current is passed through one pole of the IC-CPD.

The IC-CPD shall trip within 0,3 s

- at an alternating residual current of $1,25 I_{\Delta n}$, and
- at a pulsating residual current (one-way rectification, $\alpha = 0^\circ$) of $1,25 \times 1,4 I_{\Delta n}$ for

IC-CPDs with $I_{\Delta n} > 6\text{ mA}$ and by a factor 2 for IC-CPDs with $I_{\Delta n} = 6\text{ mA}$.

9.7.4 Verification of the correct operation with residual currents having a d.c. component

9.7.4.1 General

The test conditions of 9.7.1 apply, except that the test circuits shall be those shown in Figures 10a), 10b), 10c), or in Figures 11a), 11b), 11c), as applicable.

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

The IC-CPD shall be tested according to Figures 10a), 10b) or 10c), as applicable.

The auxiliary switches S1 and S2 and the IC-CPD under test are in the closed position. The relevant thyristor shall be controlled in such a manner that current delay angles α of 0° , 90° and 135° are obtained. Each pole of the IC-CPD shall be tested twice at each of the current delay angles, twice in position I and twice in position II of the auxiliary switch S3.

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

- $1,4 I_{\Delta n}$ for IC-CPDs with $I_{\Delta n} > 6\text{ mA}$;
- $2 I_{\Delta n}$ for IC-CPDs with $I_{\Delta n} = 6\text{ mA}$.

The tripping current shall be in accordance with Table 11.

Table 11 – Tripping current ranges for IC-CPDs in case of pulsating d.c. current

Angle α	Tripping current A	
	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.		

9.7.4.3 Verification of the correct operation in case of suddenly appearing residual pulsating direct currents with or without being superimposed by a smooth direct current

The following tests shall be performed to verify the correct operation in case of suddenly appearing residual pulsating direct currents

a) Test without superimposed smooth direct current

The IC-CPD shall be tested according to Figures 10a), 10b), 10c), as applicable.

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

- 1,4 $I_{\Delta n}$ for IC-CPDs with $I_{\Delta n} > 6$ mA;
- 2 $I_{\Delta n}$ for IC-CPDs with $I_{\Delta n} = 6$ mA.

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

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

b) Test with superimposed smooth direct current of 6 mA

After that, the IC-CPD shall be tested according to Figures 11a), 11b), 11c), as applicable.

Two measurements of the break time are made at each of those values specified in 9.7.4.3a) at a current delay angle $\alpha = 0^\circ$, superimposed by a smooth direct current of 6 mA, with the auxiliary switch S_3 in position I for the first measurement and in position II for the second measurement.

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

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

The tests of 9.7.3.2 are repeated, the IC-CPD being loaded with the rated current, this current being established shortly before the test.

NOTE The loading with rated current is not shown in Figure 10.

9.7.5 Verification of behaviour in case of composite residual current

9.7.5.1 General

All tests shall be carried out with the IC-CPD supplied at U_e , with the rated frequency and without load.

Unless otherwise specified tests are made according to Figure 30.

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

Table 12 provides frequency component values for calibration purposes as well as the starting current values to verify the IC-CPD operation in case of a steady increased residual current.

Table 13 provides the limit operating values of the composite residual current.

The test frequency has a tolerance of ± 2 %.

Table 12 – Different frequency component values of test currents and starting current values (I_{Δ}) for verifying the operating in case of steady increased residual current

Different frequency component values of test currents for calibration (r.m.s.)		Composite starting current value (r.m.s.)
$I_{\text{at rated frequency}}$	$I_{1 \text{ kHz}}$	I_{Δ}
$0,141 I_{\Delta n}$	$0,141 I_{\Delta n}$	$0,2 I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ corresponds to the rated residual operating current of the device at the rated frequency.		
NOTE 2 For the test purposes the values of rated frequency and 1 kHz have been used for the output and clock frequency respectively representing the most severe condition.		

To verify the operation of the IC-CPD in the presence of composite currents, the starting composite residual current value given in Table 12 shall be increased at a linear rate. The IC-CPD shall trip within the limits of Table 13.

In any case the ratios of the different frequencies shall be maintained from the initial value up to the operating value.

Table 13 – Operating current ranges for composite residual current

Operating current (r.m.s.)	
Lower limit	Upper limit
$0,5 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ corresponds to the rated residual operating current of the device at the rated frequency.	
NOTE 2 Operating currents are composed of the ratio of frequency components given in Table 12.	

The test switches S1 and S2 and the IC-CPD being in the closed position, the residual current is steadily increased, starting from a value not higher than the starting composite value given in Table 12 trying to attain the upper limit of residual operating current given in Table 16 within 30 s.

The test is repeated three times through one pole chosen at random. Operating values shall be within the limits of Table 13.

9.7.5.3 Verification of the correct operation in case of the sudden appearance of composite residual current

Tests are carried out to verify the break time of the IC-CPD, the test current being calibrated at 5 times the upper limit value given in Table 13.

The test switch S1 and the IC-CPD being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2.

Three measurements of the break time are made.

The break times shall be less than 0,04 s.

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

9.7.6 Verification of the correct operation in case of smooth d.c. residual current

The test shall be performed according to Figure 29.

- a) The test switches S1 and S2 and the IC-CPD being in the closed position, the smooth d.c. residual current is steadily increased, starting from 0, trying to attain the value of 6 mA within 30 s, the tripping current being measured. If the device has not tripped before, the current is kept at the value of 6 mA for at least 10 s.

One pole of the IC-CPD, chosen at random as shown in Figure 29, is tested twice at each position 1 and 2 of S3.

The IC-CPD shall trip at a value between 3 mA and 6 mA.

- b) A second series of tests is made to verify the break time.

The test circuit being successively calibrated at each residual current value given in Table 3, the test switch S1 and the IC-CPD being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2. The test switch S3 is in position 1 or 2 chosen at random.

Two measurements of the break time are made on one pole chosen at random at each residual current.

The break times shall be in compliance with the values given in Table 3.

9.7.7 Miswiring and supply failure tests

9.7.7.1 General

The verification of hazardous live protective conductor conditions only apply to IC-CPDs classified according to 4.4.2.

Each test is made at the following values of the line voltage applied to the relevant terminals: 1,1 times and 0,85 times the rated voltage.

The IC-CPD shall be connected in accordance with Tables 14 or 15 respectively and shall satisfy the characteristics of 5.1.

NOTE In the following countries: US, a switched equipment grounding conductor that extends to the vehicle connector is permissible provided the construction complies with the following:

- the device is intended for use on a supply circuit not exceeding 150 V to ground;
- a grounding monitor interrupter (GM/I) is provided integrally with the CCID;
- the switching device in the equipment grounding conductor shall close before the line switching contacts when the output is energized;
- the switching device in the equipment grounding conductor shall open after the line switching contacts when the output is deenergized; and
- the construction shall comply with the tests for switched equipment grounding conductor tests.

Table 14 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LNSE / LNE and LLSE / LLE types

Type LNSE / LNE			Type LLSE / LLE			Test clause and comments
IC-CPD input terminal connections						
L	N	PE	L_1	L_2	PE	Correct supply and terminal marking NOTE Types classified under 4.1.
L	N	PE	L_1	L_2	PE	Normal connection 9.7.2 See Figure 2a) LNSE / LNE types, Figure 2b) LLSE / LLE types
N	L	PE				Normal connection 9.7.2 See Figure 2a) LNSE and LNE types
L_1	L_2	PE	L	N	PE	Verification of correct operation in the case of LNSE / LNE and LLSE / LLE types plugged into not compatible supply system. See 9.7.7.4, Figure 3a) LLSE / LLE types, Figure 3b) LNSE / LNE types.
N	L	L	L_1	L_2	L_1	Hazardous live protective conductor (see 3.3.3.18), 9.7.7.2 Figure 4a) LNSE types, Figure 4b) LLSE types This test is considered to cover situations where a hazardous live protective conductor exists due to a miswired supply (only for IC-CPD classified to 4.4.2) See Annex D, Figure D.2, Example 2, LNSE types See Annex D, Figure D.1, Example 11, LLSE types
L	N	L	L_1	L_2	L_2	Hazardous live protective conductor (see 3.3.3.18), 9.7.7.2 Figure 4c) LNSE types, Figure 4d) LLSE types This test is considered to cover situations where a hazardous live protective conductor exists due to a miswired supply (only for IC-CPD classified to 4.4.2) See Annex D, Figure D.2, Example 10, LNSE types See Annex D, Figure D.1, Example 10, LLSE types
L	O	PE				Open neutral: see 9.7.7.3 See Figure 6a) See Annex D, Figure D.2, Example 3
			O L_1	L_2 O	PE PE	Open Line: see 9.7.7.3 See Figure 6b) See Annex D, Figure D.1, Example 3.
L	N	O	L_1	L_2	O	Open protective conductor see 9.7.7.5 (only for IC-CPD classified to 4.5.2) See Figure 12a) LNSE types, Figure 12b) LLSE types, See Annex D, Figure D.2, Example 4, LNSE types See Annex D, Figure D.1, Example 4, LLSE types
NOTE 1 For certain LLSE types a supply neutral terminal connection can be available.						
NOTE 2 The reversal of the supply neutral and protective conductor (R_x and $< U_e$ for TT systems (see Annex D, Figure D.2, Example 3)) is covered by the tests of 9.14.2.						

Table 15 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LLLNSE / LLLNE types

Type LLLNSE / LLLNE					Test clause and comments
L_1	L_2	L_3	N	PE	Correct supply and terminal marking NOTE Types classified under 4.1.
L_1	L_2	L_3	N	PE	Normal connection 9.7.2 See Figure 2c) LLLNSE / LLLNE
L_1	L_2	L_3	N	PE	Verification of correct operation in the case of LLLNSE / LLLNE types plugged into an incompatible supply system. See 9.7.7.4, Figure 3c) and 3d) LLLNSE / LLLNE types.
N	L_2	L_3	L_1	L_1 L_2 L_3	Hazardous live protective conductor (see 3.3.3.18), 9.7.7.2 Figure 4h), Figure 4i), Figure 4j) LLLNSE types This test is considered to cover situations where a hazardous live protective conductor exists due to a miswired supply (only for IC-CPD classified to 4.4.2)
L_1	L_2	L_3	N	L_1 L_2 L_3	Hazardous live protective conductor (see 3.3.3.18), 9.7.7.2 Figure 4e), Figure 4f), Figure 4g) LLLNSE types This test is considered to cover situations where a hazardous live protective conductor exists due to a miswired supply (only for IC-CPD classified to 4.4.2)
L_1	L_2	L_3	O	PE	Open neutral: see 9.7.7.3 See Figure 6c)
L_1	L_2	L_3	N	O	Open PE: see 9.7.7.5 (only for IC-CPD classified to 4.5.2) See Figure 12c)

9.7.7.2 Verification of correct performance in the case of hazardous live protective conductor

Subclause 9.7.7.2 is only applicable for IC-CPDs classified according to 4.4.2.

The IC-CPDs shall comply if the following conditions are fulfilled:

- they do not close if the protective conductor is hazardous live, or
- if they do close they shall re-open in a time not exceeding 300 ms, either automatically, or when closed on the rated residual current flowing in any terminal which is live.

IC-CPDs shall be connected in turn as in Figures 4a) to 4j), as applicable.

With S1 in closed position, the IC-CPD initiating the closing shall be operated in each position.

If the contacts do not close, the unit complies.

If the contacts close then by use of S2, a further test is made with a resistor connected from the protective conductor load terminal to the supply protective conductor.

The resistor value shall be adjusted to produce rated residual current ($U_e/I_{\Delta n}$ for LNSE types, $U_e/I_{\Delta n}$ or $U_e/2$ divided by $I_{\Delta n}$ for LLSE dependant on the connection).

9.7.7.3 Verification of correct performance in case of open neutral (LNSE / LNE and LLLNSE / LLLNE) and open line (LLSE / LLE)

The required performance of IC-CPDs should take place under the following conditions:

- for LNSE / LNE types
 - do not close even momentarily if the neutral is open;
 - open within 1 s if closed and then the neutral is opened.
- for LLSE / LLE types
 - do not close even momentarily if one line is open;
 - open within 1 s if closed and then one line is opened.
- for LLLNSE / LLLNE types
 - do not close even momentarily if the neutral is open;
 - open within 1 s if closed and then the neutral is opened.

Depending on its classification, the correct operation of the IC-CPD in case of open neutral or open line shall be verified by the following tests

- a) For IC-CPDs classified according to 4.1.2 (LNSE / LNE)

The contacts shall not close even momentarily. The IC-CPD shall be connected as per Figure 6a).

With S4 closed, S2 open, the IC-CPD initiating the closing shall be operated.

The contacts shall not close with an open neutral.
- b) For IC-CPDs classified according to 4.1.3 (LLSE / LLE)

The contacts shall not close when either line of the supply is opened, even momentarily.

The IC-CPD shall be connected as per Figure 6b).

With S1 closed, S2 open, S3 closed, the IC-CPD initiate closing shall be operated.

Repeat with S2 closed and S3 open.

The contacts shall not close with an open line.
- c) For IC-CPDs classified according to 4.1.4 (LLLNSE / LLLNE)

The contacts shall not close even momentarily. The IC-CPD shall be connected as per Figure 6c).

With S1 closed, S2 open, the IC-CPD initiating the closing shall be operated.

The contacts shall not close with an open neutral.
- d) For IC-CPDs classified according to 4.1.2 (LNSE / LNE)

The contacts shall open when the supply neutral is opened.

The IC-CPD shall be connected as per Figure 6a).

With S1 closed, S2 closed, the IC-CPD shall be in the closed position; then open S2 (neutral).
- e) For IC-CPDs classified according to 4.1.3 (LLSE / LLE)

The contacts shall open when either line of the supply is opened.

The IC-CPD shall be connected as per Figure 6b).

With S1 closed, S2 closed, S3 closed, the IC-CPD shall be in the closed position; then open S2 (line 1).
- f) For IC-CPDs classified according to 4.1.4 (LLLNSE / LLLNE)

The contacts shall open when the supply neutral is opened.

The IC-CPD shall be connected as per Figure 6c).

With S4 closed, S2 closed, the IC-CPD shall be in closed position; then open S2 (neutral).

9.7.7.4 Behaviour in case of an IC-CPD connected to an incompatible supply system

In cases where the IC-CPD is not intended to operate on more than one of the supply systems (LNSE or LLSE), the IC-CPD shall protect against use on an incompatible supply system.

NOTE In the following countries an IC-CPD shall be able to function properly in both LNE and LLE configurations, provided the correct voltage is available: BE.

The contacts under the following test conditions shall not close.

IC-CPDs shall be connected as in Figures 3a), 3b), 3c) or Figure 3d), as applicable.

The IC-CPD shall be connected in accordance with Table 14 and shall satisfy the characteristics of 5.1.

9.7.7.5 Verification of correct performance in the case of an open protective conductor

These test are only applicable for IC-CPD classified according to 4.5.2.

IC-CPDs classified according to 4.1.2 (LNSE) shall be connected as in Figure 12a) where at supply S, the protective conductor is connected to the neutral (N) with a resistor of an impedance equal to 1 600 Ω .

IC-CPDs classified according to 4.1.3 (LLSE) shall be connected as in Figure 12b) where at supply S, the protective conductor is connected to L2 with a resistor of an impedance equal to 1 600 Ω .

IC-CPDs classified according to 4.1.4 (LLNSE) shall be connected as in Figure 12c) where at supply S, the protective conductor is connected to the neutral (N) with a resistor of an impedance equal to 1 600 Ω .

With S1 closed, S2 open, the IC-CPD initiating the closing shall be operated.

The IC-CPD contacts shall not close, even momentarily.

9.7.8 Verification of protective conductor contact behaviour

9.7.8.1 Verification of protective conductor contact coupling when closing

The tests, by changing the pilot status from state B to state C, shall verify that the protective conductor does not close later than L or N contacts close. The tests are made at 0,85 times and 1,1 times of rated voltage.

9.7.8.2 Verification of protective conductor contact coupling when opening

The tests shall verify, by changing the pilot status from state C to state B, that the protective conductor does not open earlier than L and N open. The tests are made at 0,85 times and 1,1 times of rated voltage and when the supply voltage is slowly reduced down to 50 V a.c. The protective conductor contact function should be verified.

One sample of IC-CPD shall be prepared that will not open the L contact again after closing (thus simulating a welded L contact).

The test is performed as follows:

The contacts are activated by using the control pilot transition from B to C. The protective conductor contact shall be verified to be closed. The contacts are then initiated to open by the control function transition from C to B.

The result shall be that the L contact remains closed (simulated welded L contact) and that the protective conductor contact does not open.

9.7.9 Verification that the protective conductor is connected to the electric vehicle

The IC-CPD shall be installed as for normal use. The device under test is supplied by a power source, according to Figure 28, and is powered at 1,1 times the rated voltage. The following test procedure is applied.

- a) The switch S2 being in closed position, the switch S1 is closed. The contacts of the IC-CPD shall close.
- b) The switch S2 being in opened position, the switch S1 is closed. The contacts of the IC-CPD shall not close.
- c) The switch S1 and S2 being in the closed position, the contacts of the IC-CPD shall be closed. If the switch S2 is suddenly opened, the contacts of the IC-CPD shall open in less than 0,1 s. After closing of S1, some time may elapse before closing of the IC-CPD.

Afterwards, the test is repeated but with the device being supplied at $0,85 U_e$.

9.7.10 Verification of standing current in the protective conductor connection in normal service

IC-CPDs shall be connected as in Figure 7, as applicable.

A resistor (R_1) of $1 \Omega \pm 1 \%$, with an r.m.s. voltmeter connected across it, is connected between the supply protective conductor and the input protective conductor terminal of the IC-CPD.

A resistor (R) of $1 \Omega \pm 1 \%$ is connected between the supply neutral and the input neutral terminal of the IC-CPD.

The applied voltage is $1,1 U_e$.

The IC-CPD initiating the closing shall be operated and the voltage drop across the resistor R_1 measured.

The IC-CPD is opened and the voltage drop across the resistor measured.

The current in the protective conductor is calculated by use of the known resistance value and r.m.s. voltage measurement. The resultant r.m.s. protective conductor current value shall not exceed 1 mA r.m.s. at $1,1 U_e$ in the open and 1,5 mA r.m.s. in the closed positions.

9.7.11 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 IC-CPDs operating on two-phase supply, according to 4.1.3.

- a) The test shall be performed according to Figure 15.

The test switches S1 and S2 and the IC-CPD 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 test circuit is connected to the IC-CPD at two-line terminals chosen at random.

The IC-CPD is tested five times at each positions I and II of S3.

The IC-CPD 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 each current value given in Table 4, the test switch S1 and the IC-CPD being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing the test switch S2.

With the IC-CPD connected at two-line terminals chosen at random, five measurements of the break time are made at each value of residual current given in Table 4 at each position I and II of S3.

The break times shall be in compliance with the values given in Table 4.

9.7.12 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 IC-CPDs operating on three-phase supply (according to 4.1.4).

a) The test shall be performed according to Figure 16 (see below).

The test switches S1 and S2 and the IC-CPD 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, the tripping current being measured.

The IC-CPD is tested five times at each positions I and II of S3.

The IC-CPD 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 each current value given in Table 4, the test switch S1 and the IC-CPD 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 value of residual current given in Table 4 at each position I and II of S3.

The break times shall be in compliance with the values given in Table 4 of this standard.

9.8 Verification of mechanical and electrical endurance

9.8.1 Endurance of plug and vehicle connector part

Plug and vehicle connector shall be tested in accordance with the relevant IEC standard or according to national standard.

9.8.2 Endurance of the residual current function of the IC-CPD

9.8.2.1 General

The IC-CPD is prepared according to 9.2. The test is made in a test circuit as shown in Figure 31.

Endurance tests are made at the rate of four operating cycles per minute, if the conditioning of the IC-CPD does not allow this, the test shall be made at the shortest possible time, given by the manufacturer. Switching of S2 shall not be synchronized with the phase angle of the supply. The ON period shall have a duration of 1,9 s to 2,1 s.

IC-CPDs are subjected to a total number of 10 000 operating cycles, each operating cycle consisting of a closing operation followed by an opening operation.

The test is made at 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 (R3 and C1): The IC-CPD is replaced by a link BC having negligible impedance compared with that of the test circuit. S3 and S4 are in open position. R3 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 t_r (10 % to 90 % of the peak value) of maximum $20\mu\text{s}$ 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 BC removed, S1, S2 and S3 in closed position and S4 in 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 at least 0,95;
- 3) calibration of pre-charge current (R2) if the rated current of the device is lower than 30 A: With the IC-CPD replaced by link BC, having negligible impedance compared with that of the test circuit and S1, S2, S3 and S4 in closed position, R2 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, R2 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 IC-CPD:

- The resulting test current has a peak of maximum 230 A and corresponds to the Event 1 of ISO 17409:–, 8.8.2.
- This peak value decay to 30 A r.m.s. This (sinusoidal) current remains up to 1 s and corresponds to the Event 2 of ISO 17409:–, 8.8.2.

A principal wave shape is shown in Figure 33.

9.8.2.2 Test procedure for on-load test

The opening operations shall be effected as follows:

- a) 1 000 operations are carried out by closing S4 and S3, applying the supply voltage to the IC-CPD by closing S1, closing S2, and opening S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD the opening operation is initiated by opening S2. After that the new operation cycle is started. After 1 000 operations have been carried out S1 shall be opened.
- b) 1 500 operations are carried out by closing S4 and S3, applying the supply voltage to the IC-CPD by closing S1, closing S2, and opening S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD the opening operation is initiated by passing a residual operating current of $I_{\Delta n}$ through one pole (not shown in Figure 31). After that the new operation cycle is started.

During the tests of a) and b), it is considered that the protective conductor contact is also verified but without load.

9.8.2.3 Test procedure for making without breaking test

The remaining operating cycles between the required 10 000 operating cycles and the operating cycles are done by closing S4 and S3, applying the supply voltage to the IC-CPD by closing S1, and closing S2 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD the switches S4 and S3 shall be opened. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ after closing of the main circuit by the IC-CPD the opening operation is initiated by opening S2. After that the new operation cycle is started. After the full 10 000 operations have been carried out S1 shall be opened.

9.8.2.4 Condition of the IC-CPD after the tests

Following the tests of 9.8.2.2 and 9.8.2.3, the IC-CPD shall not show during inspection

- undue wear;
- damage of the enclosure permitting access to live parts by the standard gauge of Figure 9;
- loosening of electrical or mechanical connections;
- seepage of the sealing compound, if any.

Under the test condition of 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only shall be made with measurement of break time. The break time shall not exceed 0,3 s.

The IC-CPD shall then perform satisfactorily for the dielectric strength test specified in 9.5.3, but at a voltage equal to 900 V for 1 min and without previous humidity treatment.

9.9 Verification of the behaviour of the IC-CPD under overcurrent conditions

9.9.1 List of the overcurrent tests

The various tests to verify the behaviour of the IC-CPD under overcurrent conditions are shown in Table 16.

Table 16 – Tests to verify the behaviour of IC-CPDs under overcurrent conditions

Verification	Subclause
Rated making and breaking capacity I_m	9.9.2.2
Rated residual making and breaking capacity $I_{\Delta m}$	9.9.2.3
Coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current I_{nc}	9.9.2.4 a)
Coordination at the rated making and breaking capacity I_m	9.9.2.4 b)
Coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current $I_{\Delta c}$	9.9.2.4 c)
Making and breaking capacity of the plug and socket-outlet(s) separate or incorporated in integral items of the IC-CPD	9.9.3

9.9.2 Short-circuit tests

9.9.2.1 General conditions for test

The conditions of 9.9.2.1 are applicable to any test intended to verify the behaviour of the IC-CPD under short-circuit conditions.

a) Test circuit

Figure 8, as applicable, gives the diagrams of the circuit to be used for the tests.

The supply feeds a circuit including a resistor R, a reactor X, an SCPD, the IC-CPD under test and the additional resistors R_1 , R_2 , R_3 or R_4 , as applicable.

The resistor R and reactor X are inserted between the supply source S and the IC-CPD under test.

The reactors X shall be air-cored. They shall always be connected in series with the resistor R, and their value shall be obtained by series coupling of individual reactors. Parallel connecting of reactors is possible if these reactors have practically the same time-constant.

Since the transient recovery voltage characteristics of test circuits including large air-cored reactors are not representative of normal service conditions, the air-cored reactor shall be shunted by a resistor R taking approximately 0,6 % of the current through the reactor, unless otherwise agreed between manufacturer and user.

The SCPD is inserted on the supply side of the IC-CPD under test.

The additional resistors R_2 , R_3 and R_4 , shall be inserted on the load side of the IC-CPD under test as shown in Figure 8.

IC-CPDs according to 4.2.2 and 4.2.3 shall be tested in the assembly as manufactured.

IC-CPDs according to 4.3.3 shall be fitted with cables at the discretion of manufacturer and test house.

The diagram of the test circuit shall be given in the test report. It shall be in accordance with the relevant Figure 8 of this standard.

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

For the purpose of verifying the minimum βt and I_p values to be withstood by the IC-CPD as given in Table 17, 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 or by any other means. The manufacturer shall specify the type of SCPD to be used in the tests. The type of SCPD shall be mentioned in the test report.

For the purpose of this test, verification of the correctly selected and adjusted SCPD (βt and I_p) is made prior to testing, the IC-CPD being replaced by a temporary connection having a negligible impedance.

The minimum values of let-through energy βt and peak current I_p , based on an electrical angle of 45°, are given in Table 17.

Table 17 – Minimum values of βt and I_p

		I_n A			
I_{nc} and I_{Ac} A		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5
	βt (kA ² s)	2,5	3,0	3,6	6,0

At the request of the manufacturer higher values of βt and I_p may be used. The verification of the minimum βt and I_p values is not needed if the manufacturer has stated for the IC-CPDs values higher than the minimum ones in which case the stated values shall be verified.

All the conductive parts of the IC-CPD under test normally earthed in service, including the metal support on which the IC-CPD is mounted or placed or any metal enclosure (see 9.9.2.1 f)), shall be connected to the neutral point of the supply or to a substantially non-inductive artificial neutral permitting a prospective fault current of at least 100 A.

This connection shall include a copper wire F of 0,1 mm diameter and not less than 50 mm in length for the detection of the fault current and, if necessary, a resistor R_1 .

Voltage sensors V shall record the supply voltage and the recovery voltage. Current sensor A shall record the test current.

Other sensors may be fitted to give indications of operation, for example voltage across the poles carrying test current or voltage from the L (or L_1) load terminal to neutral.

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

b) Tolerances on test quantities

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

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

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

c) Power factor of the test circuit

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

Two examples are given in Annex G.

The power factor shall be between 0,93 and 0,98.

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 IC-CPD under test.

NOTE 1 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 current is recorded through the current sensor A.

When supplied at the test voltage, recorded by voltage sensor V, the following adjustments are made:

- R and X: The SCPD is replaced by link B_L and IC-CPD by links B_C having a negligible impedance compared with that of the test circuit. The load side connections of the IC-CPD under test are short-circuited by the link B_d of negligible impedance. The resistor R and the reactor X are adjusted so as to obtain a current equal to the rated conditional short-circuit current at the prescribed power factor.
- R_2 , R_3 , R_4 : The SCPD is replaced by link B_L and IC-CPD by links B_C having a negligible impedance compared with that of the test circuit (B_d is removed).
 - R_2 : a residual current of $10 I_{\Delta n}$ when S_1 is closed (for the residual current during the test of I_m).
 - R_3 : the rated making and breaking current (for the test coordination of I_m , $I_{\Delta m}$ and I_n). The value is the highest of 100 A or $10 I_n$.
 - R_4 : 250 A current (for tests of I_{nc} and $I_{\Delta c}$).

f) Condition of the IC-CPD for test

In case the IC-CPD is fitted with an integral fuse the following applies:

- a first set of samples is tested with a linked fuse;
- a second set of samples is tested with the non-replaceable integral fuse.

The IC-CPD shall be assembled and connected according to the manufacturer's instructions and, as far as applicable, laid on a metal support in free air.

For the opening operation (O) only, a clear polyethylene sheet ($0,05 \pm 0,01$) mm thick of a size of at least 50 mm larger in each direction than the overall dimensions of the front face of the device, but not less than 200 mm × 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 foil should have the following physical properties:

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

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

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

g) Sequence of operations

The test procedure consists of a sequence of operations. The following symbols are used for defining the sequence of operations:

- O represents an 'open' operation, with the IC-CPD in the closed position the short-circuit is established by closing the switch S_2 ;
- 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;
- CO represents a 'close – open' operation: with the switch S_2 in the closed position the short-circuit is initiated by closing the IC-CPD. The opening is by operation of the IC-CPD or the SCPD (in the case of a SCPD, see 9.9.2.4).

NOTE 2 If the IC-CPD is of the type which automatically closes when the voltage is applied, the test switch S_3 is closed to initiate the 'CO' operation.

h) Behaviour of the IC-CPD during tests

During tests, the IC-CPD under test shall not endanger the operator.

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

A non-replaceable integral fuse, if any, may operate during the test.

i) Condition of the IC-CPD after tests

The IC-CPD samples are considered as having passed the test if at least one of the following conditions are fulfilled:

- no damage impairing its further use, as follows:
 - the IC-CPDs shall be capable of satisfying the tests of 9.14;
 - the IC-CPD shall be capable, without maintenance of making and breaking its rated current at its rated voltage;
 - under the test conditions of 9.7.3.3, the IC-CPD shall trip at a test current of 1,25 $I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break-time;
 - for an IC-CPD according to 4.4.2 (SPE), opening of the PE contact shall be ensured.
- opening of the non-replaceable integral fuse within the phase(s) and / or neutral current path, if any, the control pilot signal shall disable the charging and the PE contact, if any, is in closed position,
- a fault is indicated by a visual or audible signal, the control pilot signal shall disable the charging and the PE contact, if any, is in closed position;

In addition the following conditions shall be fulfilled:

- there shall be no access to live parts which are normally not accessible in normal use, even if the standard test finger is applied with a force not exceeding 5 N;
- the polyethylene foil shall show no holes visible with normal or corrected vision without additional magnification;

- without maintenance the IC-CPD shall comply with the requirements of 9.5.3 but at a voltage equal to twice its rated voltage for 1 min and without previous humidity treatment;
- the continuity of the PE path with sufficient low impedance shall be maintained and checked by appropriate means.

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

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

a) Test conditions

The IC-CPD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.9.2.1.

A link B_L is connected across the SCPD so that there is no external SCPD in the circuit.

R_2 is connected by closing S_1 .

R_3 is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD neutral load terminal of a type LNSE.

b) Test procedure

The following sequence of operation is performed:

CO – t – CO – t – CO

9.9.2.3 Verification of the rated residual short-circuit making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)

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

a) Test conditions

For unpoled plug and socket-outlet systems the test shall be performed at a random position of the plug inserted into the socket-outlet.

The IC-CPD is tested in a circuit according to the general test conditions prescribed in 9.9.2.

A link B_L is connected across the SCPD so that there is no external SCPD in the circuit.

S_1 is opened to disconnect R_2 .

R_3 is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the protective conductor load terminal.

b) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO

9.9.2.4 Verification of the coordination between the IC-CPD and the SCPD

These tests are intended to verify that the IC-CPD 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 and 5.3.10) and at its rated making and breaking rating.

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

During the test either the IC-CPD or the SCPD or both may open. However, if only the IC-CPD opens, the test is also considered as satisfactory.

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

The following tests are made under the general conditions of 9.9.2.1 and as stated in a), b) or c) as appropriate.

For the 'O' operation, the closing of switch S_2 is synchronized with respect to the voltage wave so that the point of initiation is $(45 \pm 5)^\circ$.

a) Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional short-circuit current (I_{nc})

A test is made without establishing any residual current up to the rated conditional short-circuit current I_{nc} .

1) Test conditions

For unpoled plug and socket-outlet systems the test shall be performed at a random position of the plug inserted into the socket-outlet.

The link BL across the SCPD is opened so that the SCPD is in the test circuit.

R_2 is not connected and S_1 is open.

For the 250 A test, R_4 is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD neutral load terminal of a type LNSE.

For the I_{nc} test the IC-CPD load terminal L_t is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD neutral load terminal of a type LNSE.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO at 250 A,

O – t – CO at rated I_{nc} .

A new sample may be used for each test sequence.

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

A test is made, without establishing any residual current, at 100 A.

1) Test conditions

The link B_L across the SCPD is opened so that the SCPD is in the test circuit.

R_2 is not connected and S_1 is open.

R_3 is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD neutral load terminal of a type LNSE.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO – t – CO.

c) Verification of the coordination at 250 A and at the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)

A test is made with a residual current up to the rated conditional short-circuit current $I_{\Delta c}$ through the IC-CPD protective conductor circuit.

1) Test conditions

The link B_L across the SCPD is opened so that the SCPD is in the test circuit.

R_2 is not connected and S_1 is open.

For the 250 A test R_4 is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD protective conductor load terminal.

For the $I_{\Delta c}$ test the IC-CPD load terminal L_t is connected to the switch S_2 line terminal. The switch S_2 load terminal is connected to the IC-CPD protective conductor load terminal.

2) Test procedure

The following sequence of operations is performed:

O – t – CO at 250 A,

O – t – CO at rated $I_{\Delta C}$.

A new sample may be used for each test sequence.

9.9.3 Verification of the making and breaking capacity of the plug of the IC-CPD

Compliance is checked according to Clause 20 of IEC 60884-1:2002 and IEC 60884-1:2002/AMD2:2013.

9.10 Verification of resistance to mechanical shock and impact

9.10.1 General

IC-CPDs shall have adequate mechanical strength to withstand the stresses imposed during normal use.

Compliance of each integral item is checked by the appropriate tests in accordance with Table 18.

Table 18 – List of tests of resistance to mechanical shock and impact

Item to be tested	Test subclause
For devices classified under 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4	9.10.2 and 9.10.4
For screwed glands of IC-CPDs	9.10.3

Compliance for plugs and connectors not incorporating the function box, is checked by the appropriate tests of the applicable product standard.

9.10.2 Drop test

The IC-CPD is prepared such as an assembly of the function box with less than 100 mm length of cable on each side, if applicable, for the test.

The drop test shall be performed according to IEC 60068-2-31 with the following parameters:

- number of devices: 3;
- number of falls per device: 2 in each axis x, y, z;
- drop height: 1 m;
- impact surface: concrete ground or steel plate;
- orientation: first fall of each device at a different dimensional axis, second fall with the given device at the same dimensional axis but on the opposite side of the housing;
- operation mode: not operating.

After completion of the above test the IC-CPD enclosure shall show no visible damage that would mitigate touch protection. The IC-CPD should then be powered up and successfully pass a self test.

NOTE 1 This test covers wrong handling of the user who can drop the device when carrying it.

NOTE 2 The test description is taken from 4.3.2 of ISO 16750-3:2012.

9.10.3 Test for screwed glands of IC-CPDs

Screwed glands are fitted with a cylindrical metal rod having a diameter equal to the nearest whole number, in millimetres, below the internal diameter of the packing.

The glands are then tightened by means of a suitable spanner, the torque shown in Table 19 being applied to the spanner for 1 min.

Table 19 – Torque applied to the spanner for the test

Diameter of test rod mm	Torque Nm	
	Metal glands	Glands or moulded material
Up to and including 14	6,25	3,75

After the test, the glands and the enclosures of the samples shall show no damage within the meaning of this standard.

9.10.4 Mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords

Non-rewirable (according to 4.3.2) or pluggable IC-CPD (according to 4.3.4) samples are tested as delivered.

The IC-CPD is arranged with 2,25 m of flexible cord from the pivot point to the support point as shown in Figure 19.

The sample is held so that the cable or cord is horizontal and is then allowed to fall onto a concrete floor eight times (in various orientations).

After the test, the samples shall show no damage within the meaning of this standard. In particular, no part shall have become detached or loosened.

NOTE Small chips and dents which do not adversely affect the protection against electric shock are neglected.

If applicable, the IC-CPD shall operate when a residual current of 1,25 $I_{\Delta n}$ is applied to one pole chosen at random, no measurement of break-time being made.

After this test the protection against electric shock shall not be affected and the sample shall comply with the requirements of 9.4.

9.11 Test of resistance to heat

9.11.1 General

The tests are made according to 9.11.2, 9.11.3 and 9.11.4 as applicable.

The tests of 9.11.2 and 9.11.3 are not made on parts of ceramic material.

If two or more of the insulating parts referred to in 9.11.2 and 9.11.3 are made of the same material, the test is carried out only on any one of these parts, according to 9.11.2 or 9.11.3, as applicable.

9.11.2 Temperature test in heating cabinet

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

Removable covers, if any, are kept for 1 h in the heating cabinet at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

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

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

Under the test condition of 9.7.3.3, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. Only one test is made, on one pole taken at random, without measurement of break-time.

After the test, the marking shall still be legible.

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

9.11.3 Ball pressure test for insulating material necessary to retain in position current-carrying parts

Parts of IC-CPDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts or parts of the protective circuit, and parts retaining the terminals or terminations in position are subjected to a ball pressure test by means of the apparatus shown in Figure 14.

When it is not possible to carry out the test on the specimens, the test should be carried out on a piece at least 2 mm thick which is cut out of the specimen. If this is not possible, up to and including four layers, each cut out of the same specimen may be used, in which case the total thickness of the layers should be not less than 2,5 mm.

Parts of the front surface zone of thermoplastic material of 2 mm width surrounding the phase and neutral pins entry holes of socket-outlets are also to be subjected to this test.

The part under test shall be placed on a steel plate at least 3 mm thick and in direct contact with it.

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

The test load and the supporting means shall be placed within the heating cabinet for a sufficient time to ensure that they have attained the stabilized test temperature before the test commences.

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

After 1 h, the ball is removed from the sample which is then immersed 10 s in cold water to cool it to approximately room temperature.

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

9.11.4 Ball pressure test for insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts

External parts of IC-CPDs made of insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, even though they are in contact with them, are subjected to a ball pressure test in accordance with 9.11.3, but the test is made at a

temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rise determined for the relevant part during the test of 9.6, whichever is the highest.

In case in Table 5 footnote h) applies, the test is made at a temperature of $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ or $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ plus the highest temperature rise determined for the relevant part during the test of 9.6, whichever is the highest.

9.12 Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire

The glow-wire test is performed according to IEC 60695-2-10 and IEC 60695-2-11 under the following conditions:

- for parts of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, by the test made at a temperature of $750 ^\circ\text{C} \pm 15 ^\circ\text{C}$;
- for all other parts made of insulating material, by the test made at a temperature of $650 ^\circ\text{C} \pm 10 ^\circ\text{C}$.

If the tests specified have to be made at more than one place on the same sample, care shall be taken to ensure that any deterioration caused by previous tests does not affect the result of the test to be made.

Small parts, such as washers, are not subjected to the test of 9.12.

The tests are not made on parts of ceramic material.

If possible, the sample should be a complete IC-CPD.

If the test cannot be made on a complete IC-CPD, a suitable part may be cut from it for the purpose of the test.

The test is made on one sample.

In case of doubt, the test shall be repeated on two further samples.

The test is made by applying the glow-wire once.

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

The tip of the glow-wire shall be applied to the specified surface of the sample taking into account the conditions of the intended use under which a heated or glowing element may come into contact with the sample.

The sample is considered as having passed the glow-wire test if one of the following conditions is met:

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

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

9.13 Verification of the self test

Each IC-CPD is initially supplied at rated voltage as for normal use.

During the self test procedure it shall be verified that the protective conductor on the supply side does not become live and the contacts to the load side shall not be closed.

The IC-CPD shall be caused to trip under the conditions of 9.7.3.4 with a residual current of $I_{\Delta n}$. It shall not be possible to reclose the IC-CPD without performing a self test.

Before each starting of the charging process, the IC-CPD shall be tested by an automatic initiated self test.

The correct operation of the IC-CPD shall result in starting the charging of the EV.

An IC-CPD sample shall be prepared by shorting the line and neutral contacts. In case of non-mechanically coupled contacts, another one is prepared with only one contact shorted, chosen at random. For the test this current path is connected to the line.

The IC-CPD is then supplied at its rated voltage. The charging process shall be initiated.

The result shall be that the fault is indicated by a visual or audible signal, the control pilot signal shall disable the charging and the protective conductor contact, if any, is in closed position.

9.14 Verification of the behaviour of IC-CPDs in case of loss of the supply voltage

9.14.1 Verification of correct operation at the minimum operating voltage (U_x)

A voltage equal to U_e is applied to any two current paths of the IC-CPD chosen at random and the voltage is gradually reduced to U_x and then progressively lowered at a rate of approximately 5 V/s until automatic opening occurs.

The opening voltage is measured.

Five measurements are made on each sample.

All the opening voltage values measured shall not exceed 0,85 times the minimum rated voltage and be higher than U_x , if applicable.

At the end of these measurements the voltage is set to U_e and then the voltage is reduced to a value 5% above the maximum measured opening voltage. Under this condition it shall be verified that the IC-CPD operates in accordance with Table 2 at $I_{\Delta n}$.

If any of the measured opening voltages is greater than 85 V the above test in accordance with Table 2 at $I_{\Delta n}$ is repeated at a supply voltage just above the lowest measured opening voltage.

9.14.2 Verification of the automatic opening in case of loss of the supply voltage

The IC-CPD is supplied on the line side with the rated voltage (or, if relevant, with a voltage having a value within its range of rated voltages) and is closed.

The line voltage is then switched off.

The time interval between the switching off and the opening of the main contacts is measured.

Five measurements are made.

The opening time for the IC-CPD shall be less than or equal to 1 s.

9.14.3 Verification of the reclosing function

The IC-CPD is in open position due to automatic opening. A slowly rising supply voltage is applied so as to obtain the rated voltage or, in the case of a range of rated voltages, the lowest rated voltage starting from zero within 30 s. The IC-CPD shall reinitiate the charging process before or at the latest when the voltage reaches 0,85 times the rated voltage. The increase of the voltage shall be stopped at the moment of automatic reclosing of the IC-CPD.

At that voltage or 85 V, whichever is the highest, it shall be verified that the IC-CPD operates in accordance with Table 2 at $I_{\Delta n}$. The supply voltage is removed and then re-applied after 30 s and the IC-CPD shall not reclose automatically as long as there was no manual reset.

9.15 Verification of the limiting values of the non-operating current under overcurrent conditions

The IC-CPD is connected as for normal use with a substantially non-inductive load corresponding to a current equal to $4 I_n$.

IC-CPDs are supplied on the line side with the rated voltage (or, if relevant, with a voltage having any value within its range of rated voltages).

The load is switched on by a two-pole test switch and then switched off after 1 s.

The IC-CPD shall not open.

The test is repeated three times, the interval between two successive closing operations being at least 1 min.

If relevant, an integral fuse may be replaced by a link.

9.16 Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages

The IC-CPD is tested using a surge generator capable of delivering a damped oscillatory current as shown in Figure 23. An example of circuit diagram for the test of the IC-CPD is shown in Figure 24. One pole of the IC-CPD, chosen at random, is submitted to 10 applications of the surge current. The polarity of the surge current wave shall be inverted after every two applications. The interval between two consecutive applications shall be about 30 s.

The current impulse shall be measured by appropriate means and adjusted using an additional sample of an IC-CPD of the same type to meet the following requirements:

- peak value: $25 A_0^{+10\%}$;
- virtual front time: $0,5 \mu s \pm 30 \%$;
- period of the following oscillatory wave: $10 \mu s \pm 20 \%$;
- each successive peak: about 60 % of the preceding peak.

During the tests, the IC-CPD shall not trip.

9.17 Verification of reliability

9.17.1 Climatic test

9.17.1.1 General

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

9.17.1.2 Test chamber

The chamber shall be constructed as stated in IEC 60068-3-4. Condensed water shall be continuously drained from the chamber and shall not be used again until it has been purified. Only distilled water shall be used for the maintenance of chamber humidity.

Before entering the chamber, the distilled water shall have a resistivity of not less than 500 Ωm and a pH value of $7,0 \pm 0,2$. During and after the test the resistivity should be not less than 100 Ωm and the pH value should remain within $7,0 \pm 1,0$.

9.17.1.3 Severity

The cycles are effected under the following conditions:

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

9.17.1.4 Testing procedure

The test procedure shall be in accordance with IEC 60068-3-4 and IEC 60068-2-30.

a) Initial verification

An initial verification is made by submitting the IC-CPD to the test according to 9.7.3.4, but only at $I_{\Delta n}$.

b) Conditioning

1) The IC-CPD connected as for normal use is introduced into the chamber.

It shall be in the closed position. IC-CPDs shall be supplied at rated voltage or, in the case of more than one rated voltage, at any one rated voltage.

2) Stabilizing period (see Figure 20).

The temperature of the IC-CPD shall be stabilized at $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$:

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

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

- i) The temperature of the chamber shall be progressively raised to the appropriate upper temperature prescribed in 9.17.1.3. 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 of Figure 21. During this period, the relative humidity shall be not less than 95 %. Condensation shall occur on the IC-CPD during this period.

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

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

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

Condensation shall not occur on the IC-CPD during the last period of 15 min.

- iii) The temperature shall then fall to $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ within 3 h to 6 h. The rate of fall for the first 1 h 30 min shall be such that, if maintained as indicated in Figure 20, it would result in a temperature of $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ being attained in $3 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$. During the temperature fall period, the relative humidity shall be not less than 95 %, except for the first 15 min when it shall be not less than 90 %.
- iv) The temperature shall then be maintained at $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ with a relative humidity not less than 95 %, until the 24 h cycle is completed.

9.17.1.5 Recovery

At the end of the cycles, the IC-CPD 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 IC-CPD shall not trip.

9.17.1.6 Final verification

Under the conditions of the tests specified in 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$ and shall not trip with a current of $I_{\Delta no}$. One test only is made on one pole taken at random, without measurement of break-time.

9.17.2 Test at a temperature of $45 ^\circ\text{C}$

The IC-CPD is placed as for normal use on a dull black painted plywood support, about 20 mm thick.

IC-CPDs are tested as supplied by the manufacturer.

The assembly is placed in a heating cabinet.

Non-rewirable IC-CPDs are tested as delivered.

The IC-CPD is loaded with a current equal to the rated current at any convenient voltage and is subjected, at a temperature of $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$, to 28 cycles, each cycle comprising 21 h with current passing and thereafter 3 h without current. The current is interrupted by an auxiliary switch, the IC-CPD not being operated.

In case in Table 5 footnote h) applies, the test shall be performed at the maximum temperature of the plug.

IC-CPDs are supplied at the rated voltage or, in the case of more rated voltages, at any one rated voltage. At the end of the last period of 21 h with current passing, the temperature rise of the terminals is determined by means of fine wire thermocouples. This temperature rise shall not exceed 50 K.

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

Under the conditions of tests specified in 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,25 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break-time.

9.18 Resistance to ageing

The IC-CPD and its electronic components, if any, shall comply with the two following tests, as relevant.

a) Resistance to ageing

Parts intended for decorative purposes only, such as certain lids, are to be removed before the test.

IC-CPDs are tested after having been mounted and assembled as for normal use, in a heating cabinet with an atmosphere having the composition and pressure of the ambient air and ventilated by natural circulation.

The temperature in the cabinet shall be $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

The samples are kept in the cabinet for 7 days (168 h).

The use of an electrically heated cabinet is recommended.

Natural circulation may be provided by holes in the walls of the cabinet.

After the treatment the samples are removed from the cabinet and kept at room temperature and relative humidity between 45 % and 55 % for at least 4 days (96 h).

The samples shall show no crack visible with normal or corrected vision without additional magnification, nor shall the material have become sticky or greasy, this being judged as follows.

With the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth, the sample is pressed with a force of 5 N. No traces of the cloth shall remain on the sample and the material of the sample shall not stick to the cloth.

After the test, the samples shall show no damage which would lead to non-compliance with this standard.

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

The samples are placed on one of the pans of a balance and the other pan is loaded with a mass equal to the mass of the sample plus 500 g.

Equilibrium is then restored by pressing the sample with the forefinger wrapped in a dry piece of rough cloth.

b) Ageing of electronic components

The IC-CPD is placed in an ambient temperature of $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$ and loaded with the rated current for a period of 168 h. The voltage on the electronic parts shall be 1,1 times the voltage corresponding to the rated voltage of the IC-CPD or in case of more than one rated voltage, at the voltage corresponding to the highest rated voltage. After this test, the IC-CPD in the cabinet is allowed to cool down to approximately room temperature without current passing.

In case in Table 5 footnote h) applies, the test shall be performed at the maximum temperature of the plug.

Under the test conditions specified in 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip at a test current of $1,25 I_{\Delta n}$ and shall not trip with a current of $I_{\Delta no}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break-time.

NOTE An example of a test circuit for this verification is given in Figure 22.

9.19 Resistance to tracking

Ceramic materials and materials having a comparative tracking index (CTI) higher than 400 are not tested.

For other materials, compliance is checked by the test of IEC 60112 with the following parameters:

- *a flat surface of the part to be tested, if possible at least 15 mm × 15 mm, is placed in the horizontal position;*
- *the material under test shall show a proof-tracking index of 175 V using test solution A with the interval between drops of 30 s ± 5 s;*
- *no burning, no flashover or breakdown between electrodes shall occur before a total of 50 drops has fallen.*

NOTE 1 Care is taken that the electrodes are clean, correctly shaped and correctly positioned before each test is started.

NOTE 2 In case of doubt, the test is repeated, if applicable, on a new set of samples.

9.20 Test on pins provided with insulating sleeves

Compliance of pins of IC-CPDs is checked according to Clause 30 of IEC 60884-1:2002, IEC 60884-1:2002/AMD1:2006 and IEC 60884-1:2002/AMD2:2013.

9.21 Test of mechanical strength of non-solid pins of plugs

Compliance is checked according to IEC 60884-1:2002, 14.2.

9.22 Verification of the effects of strain on the conductors

The flexible cable or cord is connected to the IC-CPD in such a way that the current-carrying conductors are led from the strain relief to the corresponding terminals along the shortest possible path.

After they are connected, the core of the earthing conductor is led to its terminal and cut off at a distance 8 mm longer than necessary for its correct connection.

The earthing conductor is then connected to the terminal as well. It shall then be possible to house the loop, which is formed by the earthing conductor owing to its surplus length, freely in the wiring space without squeezing or pressing the core when the shell or cap of the IC-CPD is remounted and fixed correctly

9.23 Checking of the torque exerted by IC-CPDs on fixed socket-outlets

NOTE In the following countries this test is not required: JP.

The IP-CPD is wired as manufactured or intended for normal use and fitted with a relevant plug.

The equipment is inserted into a fixed socket-outlet complying with the relevant standard at a height of 1,5 m, the socket-outlet being pivoted about a horizontal axis through the axis of the live socket-outlet contacts at a distance of 8 mm behind the engagement face of the socket-outlet and parallel to this engagement face.

The torque exerted by the plug and the cable on a socket-outlet when installed such that the engagement face is vertical shall not exceed 0,25 Nm, if relevant for the plug and socket-outlet system.

During the test care should be taken that the flexible cable of the IC-CPD hang freely.

9.24 Tests of the cord anchorage

The effectiveness of the retention is checked by the following test by means of an apparatus as shown in Figure 17.

The function box of IC-CPDs according to 4.3.2 and 4.3.3 is tested as delivered.

The sample is placed in the test apparatus so that the axis of the cable or cord is vertical where it enters the sample.

The cable or cord is then subjected 100 times to a pull of

- 60 N for $6\text{ A} < I_n \leq 16\text{ A}$ and $U_e \leq 250\text{ V}$;
- 80 N for $6\text{ A} < I_n \leq 16\text{ A}$ and $U_e > 250\text{ V}$;
- 100 N for $I_n > 16\text{ A}$.

The pulls are applied each time for 1 s without jerks.

Care should be taken to exert the same pull simultaneously on all parts (core, insulation and sheath) of the flexible cable or cord.

Immediately afterwards, the cable or cord is subjected for 1 min to a torque of 0,25 Nm.

After the tests, the cable or cord shall not have been displaced by more than 2 mm with the cable subjected to the test pull. For rewirable accessories by the manufacturer, the end of the conductors shall not have moved noticeably in the terminals. For non-rewirable accessories, there shall be no break in the electrical connections.

For the measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the cable or cord while it is subjected to the pull, at a distance of approximately 2 cm from the end of the sample or the cord guard, before starting the tests. If, for non-rewirable accessories, there is no definite end to the cord-connected part of the IC-CPD an additional mark is made on the body of this part.

9.25 Flexing test of non-rewirable IC-CPDs

A flexing test is made by means of an apparatus as shown in Figure 18.

The sample is fixed to the oscillating member of the apparatus so that, when this is at the middle of its travel, the axis of the flexible cable or cord, where it enters the sample, is vertical and passes through the axis of oscillation.

Samples with flat cords are mounted so that the major axis of the section is parallel to the axis of oscillation.

The sample shall be fixed in the test apparatus in an appropriate way.

The IC-CPD is so positioned, by variation of the distance between the fixing part of the oscillating member and the axis of oscillation, that the cord makes the minimum lateral movement when the oscillating member of the test apparatus is moved over its full travel.

In order to have the possibility of finding easily by experiment the mounting position with the minimum lateral movement of the cord during the test, the flexing apparatus should be built in such a way that the different supports for the accessories mounted on the oscillating member can be readily adjusted.

It is recommended that the test apparatus has provisions (e.g. a slot or a pin) making it possible to see whether the cord makes the minimum lateral movement.

The cable or cord is loaded with a mass such that the force applied is

- 20 N for IC-CPDs with cables or cords having a nominal cross-sectional area not exceeding 2,5 mm²;

- 25 N for IC-CPDs with cables or cords having a nominal cross-sectional area exceeding 2,5 mm², but not exceeding 6 mm².

A current equal to the rated current of the IC-CPD or to the following current, whichever is the lowest, is passed through the conductors:

- 16 A for IC-CPDs with cables or cords having a nominal cross-sectional area exceeding 1,5 mm²;
- 10 A for IC-CPDs with cords having a nominal cross-sectional area of 1,5 mm².

The voltage between the conductors shall be the rated voltage of the IC-CPD or, in the case of more than one rated voltage, the highest rated voltage.

The oscillating member is moved through an angle of 90° (45° on either side of the vertical). The number of flexing operations is 10 000 at the rate of 60 per minute.

NOTE 1 A flexing operation is one movement, either backwards or forwards.

Samples with circular section cables or cords are turned through 90° in the oscillating member after 5 000 flexing operations. Samples with flat cords are only bent in a direction perpendicular to the plane containing the axes of the conductors.

During the flexing test, there shall be

- no interruption of the current;
- no short-circuit between conductors.

NOTE 2 A short-circuit between the conductors of the flexible cable or cords is considered to occur if the current attains a value equal to twice the test current of the IC-CPD.

The voltage drop between each contact and the corresponding conductor loaded with the test current shall not increase by more than 10 mV.

After the test the guard, if any, shall not have become separated from the body and the insulation of the flexible cable or cord shall show no sign of abrasion or wear. Broken strands of the conductor shall not have pierced the insulation so as to become accessible.

NOTE 3 The revision of this test is under consideration.

9.26 Verification of the electromagnetic compatibility (EMC)

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

- Tests listed in Table 20 are covered and need not to be repeated:

Table 20 – Tests already covered for EMC by this standard

Reference to Tables 4 and 5 of IEC 61543:1995, IEC 61543:1995/AMD1:2004 and IEC 61543:1995/AMD2:2005	Electromagnetic phenomena	Tests of IEC 62752
T 1.3	Voltage amplitude variations	9.7 and 9.14
T 1.4	Voltage unbalance	9.7 and 9.14
T 1.5	Power frequency variations	9.2
T 1.8	Magnetic fields	9.9 and 9.15
T 2.4	Current oscillatory transients	9.16

The remaining tests in Tables 4, 5 and 6 of IEC 61543:1995, IEC 61543:1995/AMD1:2004 and IEC 61543:1995/AMD2:2005 shall be done according to the test sequences H, I and J listed in Annex A of this standard.

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

NOTE The on-going work in TC 69 will be considered for a future amendment.

9.27 Tests replacing verifications of creepage distances and clearances

9.27.1 General

The following tests replace verifications of creepage distances and clearances for electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position.

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

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

9.27.2 Abnormal conditions

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

Compliance is checked by subjecting the IC-CPDs to a heating test under fault conditions as described in 9.27.3 and to a verification of protection against electric shock as prescribed in 9.4.

9.27.3 Temperature rise resulting from fault conditions

Unless otherwise specified, the tests are made on IC-CPDs while they are mounted, connected and loaded as specified in 9.6.

Examination of the IC-CPD and its circuit diagram shows the fault conditions which shall be applied.

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

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

- a) Short-circuit across clearances and creepage distances, if smaller than those given by curve A of Figure 25 with the following exception:

In the requirements for clearances and creepage distances between conductors (one of which may be connected to one pole of the supply mains), which are on a printed board complying with the pull-off and peel strength requirements specified in the IEC 61249-2 series, the values given by Figure 25 are replaced by the values calculated from the following formula:

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

where

d is the distance in mm;

V is the peak value of the voltage in V.

NOTE 1 These distances can be determined by reference to Figure 26.

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

Clearances and creepage distances complying with the requirements of Table 7 and printed boards with type 2 coating complying with IEC 60664-3 are excluded from this test.

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

For integrated circuits and other semiconductor devices with more than two terminals the number of tests implied make it impracticable to apply the open-circuiting and/or shorting of all combinations of terminals. In this case, it is permissible first to analyse in detail, by a desk study, all the possible mechanical, thermal and electrical faults which may develop in the IC-CPD due to the malfunction of the electronic device or other circuit components. Only the combinations corresponding to faults that, on the basis of this analysis, are considered to be likely to cause the non-compliance of the IC-CPD with the requirements of the last two paragraphs of 9.27.3 have to be investigated by this method.

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

NOTE 4 Condition e) need not be applied if these components comply with the requirements of 9.28.

The temperatures resulting from the fault conditions are measured for the parts mentioned in Table 21 after steady state has been reached or after 4 h (whichever is the shorter time) under each of the fault conditions a) to e).

These temperatures shall not exceed the values given in Table 21 in the tests b) and c). They may exceed those values in the test a).

After the tests a) to e) the IC-CPDs may no longer be capable of meeting all their performance requirements, but they shall comply with the requirements of protection against electric shock according to 9.4.

9.28 Verifications for single electronic components used in IC-CPDs

9.28.1 General

The following verifications shall be performed for capacitors and specific resistors and inductors used in electronic circuits connected between active conductors (phases and neutral) and/or between active conductors and the earth circuit when the contacts are in the closed position.

9.28.2 Capacitors

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

The relevant types are

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

These capacitors shall be marked with their rated voltage in V, their rated capacitance in μF and their reference temperature in $^{\circ}\text{C}$, or the manufacturer may provide data sheets.

9.28.3 Resistors and inductors

Resistors and inductors, whose short-circuiting or disconnection is likely to cause unsatisfactory results in the tests of 9.27, shall comply with the relevant safety requirements of IEC 60065. Tests already carried out on resistors and inductors complying with IEC 60065 are not required to be repeated.

Table 21 – Maximum permissible temperatures under abnormal conditions

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

- a If this temperature is higher than that allowed by the class of the relevant insulating material, the nature of the material is the governing factor.
- b The admissible temperatures for the internal part of insulating enclosures are those indicated for the relevant insulating materials.
- c In this standard, the permissible temperatures are based on service experience in relation to the thermal stability of the materials. The materials quoted are examples. For materials for which higher temperature limits are claimed and for materials other than those listed, the maximum temperatures should not exceed those which have been proved to be satisfactory.
- d Natural rubber and synthetic rubbers are not considered as being thermoplastic materials.
- e Due to their variety, it is not possible to specify permissible temperatures for thermoplastic materials. The matter is under consideration.
- f The possibility of raising the values for wires and cables insulated with heat-resistant polyvinyl chloride is under consideration.

9.29 Chemical loads

The tests for chemical loads are performed according to ISO 16750-5:2010, Table 1 required for “luggage compartment” and “mounting on the exterior” (columns C and D).

9.30 Heat test under solar radiation

The test shall be carried out in accordance with IEC 60068-2-5, test Sa, procedure B.

The conditions are under consideration.

9.31 Resistance to ultra-violet (UV) radiation

This test applies only to enclosures and external parts of the IC-CPD which are constructed of synthetic materials or metals that are entirely coated with synthetic material. Representative samples of such parts shall be subjected to the following test:

The UV test is according to ISO 4892-2, method A, cycle 1, providing a total test period of 500 h. For enclosures constructed of synthetic materials compliance is checked by verification that the flexural strength (according to ISO 178) and Charpy impact (according to ISO 179-1) of synthetic materials have 70 % minimum retention.

The test shall be made on six test specimens of standard size according to ISO 178 and on six test specimens of standard size according to the ISO 179 series. The test specimens shall be made under the same conditions as those used for the manufacture of the enclosure concerned.

For the test carried out in accordance with ISO 178, the surface of the sample exposed to UV shall be turned face down and the pressure applied to the non-exposed surface.

For the test carried out in accordance with ISO 179-1 for materials whose impact bending strength cannot be determined prior to exposure because no rupture has occurred, not more than three of the exposed test specimens shall be allowed to break.

For compliance of enclosures constructed of metals entirely coated by synthetic material, the adherence of the synthetic material shall have a minimum retention of category 3 according to ISO 2409.

Samples shall not show cracks or deterioration visible to normal or corrected vision without additional magnification.

This test need not be carried out if the original manufacturer can provide data from the synthetic material supplier to demonstrate that material of the same type and thickness or thinner complies with this requirement.

9.32 Damp and salt mist test for marine and coastal environments

9.32.1 Test for internal metallic parts

This test is applicable to internal metallic parts of the IC-CPD but not the pins of the plug.

The test consists of:

- 6 cycles of 24 h each for the damp heat cycling test according to IEC 60068-2-30 (test Db) at $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and relative humidity of 95 %, and
- 2 cycles of 24 h each for the salt mist test according to IEC 60068-2-11 (test Ka: salt mist), at a temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

9.32.2 Test for external metallic parts only

This test is applicable to external metallic parts of the IC-CPD.

The test comprises two identical 12-day periods.

Each 12-day period comprises:

- 5 cycles of 24 h each for the damp heat cycling test according to IEC 60068-2-30 (test Db) at $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ and relative humidity of 95 % and,
- 7 cycles of 24 h each for the salt mist test according to IEC 60068-2-11 (test Ka: salt mist), at a temperature of $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

9.32.3 Test criteria

After the test, the enclosure or samples shall be washed in running tap water for 5 min, rinsed in distilled or demineralised water then shaken or subjected to air blast to remove water droplets. The specimen under test shall then be stored under normal service conditions for 2 h.

Compliance is checked by visual inspection to determine that:

- *there is no evidence of iron oxide, cracking or other deterioration more than that allowed by ISO 4628-3 for a degree of rusting Ri1. However surface deterioration of the protective coating is allowed. In case of doubt associated with paints and varnishes, reference shall be made to ISO 4628-3 to verify that the samples conform to the specimen Ri1;*
- *the mechanical integrity is not impaired;*
- *seals are not damaged.*

9.33 Hot damp test for tropical environments

Under consideration.

9.34 Vehicle drive-over

9.34.1 General

This test does not apply to the household plugs complying with the relevant national standards or IEC 60884-1. It also does not apply to industrial plugs complying with IEC 60309-1.

Function boxes intended for, or connected to, a length of cord greater than 0,3 m between the plug and the function box shall have adequate resistance to damage from being driven over by a vehicle.

Compliance is checked by the test mentioned in 9.34.2 and 9.34.3.

9.34.2 Test at crushing force 5 000 N

The function box wired with the minimum size cable of a type recommended by the manufacturer shall be placed on a concrete floor in any normal position of rest. A crushing force of $(5\,000 \pm 250)$ N shall be applied by a conventional automotive tyre, P225/75R15 or an equivalent tyre suitable for the load, mounted on a steel rim and inflated to a pressure of $(2,2 \pm 0,1)$ bar. The wheel is to be rolled over the function box at a speed of (8 ± 2) km/h. The function box is to be oriented in a natural resting position before applying the force in a different direction for each sample. The function box under test shall be held or blocked in a fixed position so that it does not move substantially during the application of the applied force. For function boxes integrated into the plug, in no case is the force to be applied to the projecting pins.

9.34.3 Test at crushing force 11 000 N

The procedure described in 9.34.2 is to be repeated on additional samples, with an applied crushing force of $(11\,000 \pm 550)$ N using a conventional automotive tyre suitable for the load, and inflated to its rated pressure.

9.34.4 Performance after the tests

After the test in 9.34.2, the following conditions shall apply:

There shall be no severe cracking, breakage, or deformation to the extent that:

- live parts, other than exposed wiring terminals, or internal wiring are made accessible to contact by the standard test finger shown in Figure 34 (see 9.4);
- the integrity of the enclosure is defeated so that an acceptable mechanical or environmental (degree of) protection is not afforded to the internal parts of the function box, or polarisation of the function box is defeated;
- there is interference with the operation, function or installation of the function box;
- the function box does not provide adequate strain relief for the flexible cable;
- the creepage distances and clearances between live parts of opposite polarity, live parts and accessible dead or earthed metal are reduced below the values in 8.24;
- other evidence of damage that could increase the risk of fire or electric shock occurs;
- the function box does not comply with a repeated dielectric test in accordance with 9.5.

As a result of the test in 9.34.3, the IC-CPDs shall either comply with the requirements described above for 9.34.2 or be damaged or broken to the extent that the function box is obviously damaged.

9.35 Low storage temperature test

The test shall be performed according to IEC 60068-2-1, test A, at a temperature of -40 °C for a duration of 24 h.

During the storage the IC-CPD is not under operation.

After this test the IC-CPD is allowed to warm up in the cabinet to approximately room temperature.

Under the conditions of tests specified in 9.7.3.4, the IC-CPD shall trip with a test current of $1,0 I_{\Delta n}$. One test only is made on one pole taken at random without measurement of break-time.

9.36 Vibration and shock test

Conformity shall be tested according to IEC 60068-2-64 random vibration.

The test shall be applied for 8 h for each plane of the IC-CPD. PSD shall be applied according to Table 22.

The r.m.s. acceleration value shall be 2 G.

Table 22 – PSD value depending on frequency for vibration testing

Frequency	Power spectral density	
	$(\text{m/s}^2)^2/\text{Hz}$	G^2/Hz
10	9,909	0,103 2
55	3,224 5	0,033 6
180	0,123 8	0,001 3
300	0,123 8	0,001 3
360	0,069 5	0,000 7
1 000	0,069 5	0,000 7

NOTE 1 The test description is taken from 5.1.1.1 of ISO 16750-4:2010 with a modified profile.

After this test, the shock test shall be performed according to IEC 60068-2-27 with the following test parameters:

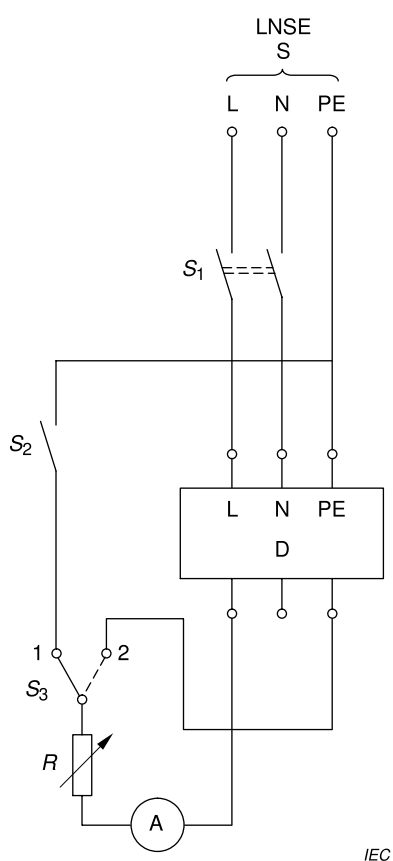
- number of shocks: 10;
- pulse shape: half sinusoidal waveform;
- acceleration: 100 m/s^2 ;
- curation: 16 ms.

NOTE 2 This covers shocks which are being absorbed in a car such as when driving over curbstones.

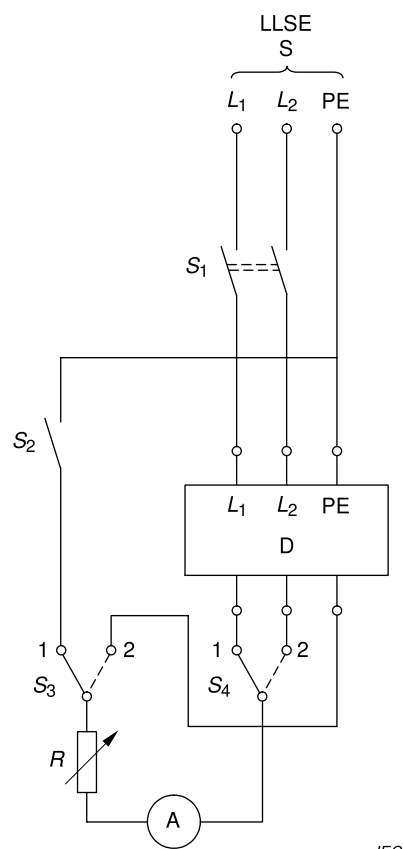
NOTE 3 The test description is taken from 4.2.3 of ISO 16750-3:2012 with a modified test profile.

After the test the IC-CPD shall operate when a residual current of $1,25 I_{\Delta n}$ is applied to one pole chosen at random, no measurement of break-time being made.

After this test the protection against electric shock shall not be affected and the sample shall comply with the requirements of 9.4.



IEC



IEC

NOTE The position of L and N from the supply voltage S is chosen at random.

Figure 2a) – Type LNSE / LNE

Figure 2b) – Type LLSE / LLE

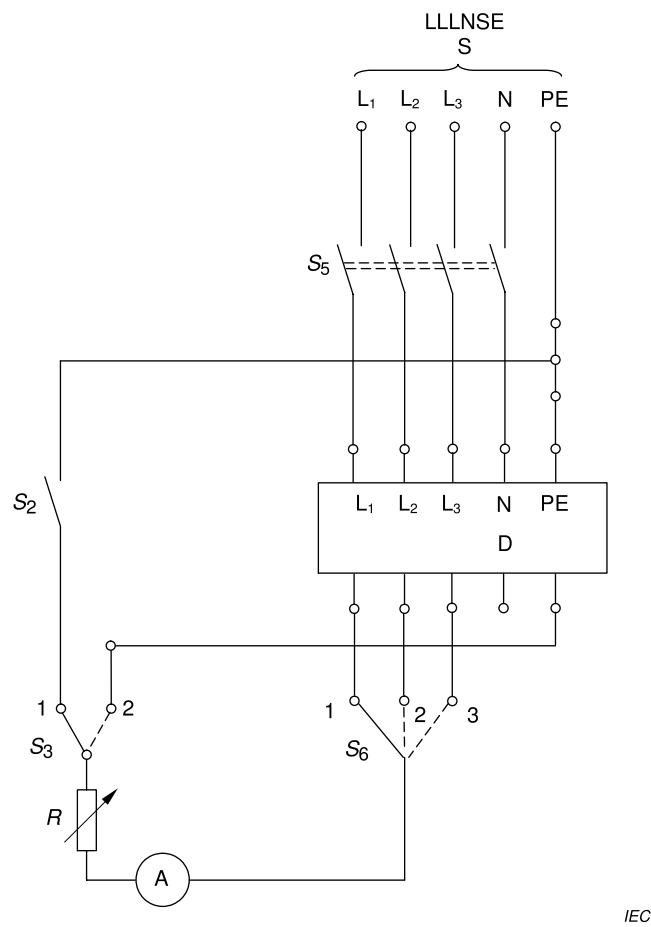


Figure 2c) – Type LLLNSE / LLLNE

- PE protective conductor
- L line
- N neutral
- R variable resistor
- D device under test
- S supply (for LNSE types line and neutral)
- A ammeter
- S₁ two-pole switch
- S₂ single-pole switch
- S_{3,4} two-way switch
- S₅ four-pole switch
- S₆ three-way switch

Figure 2 – Test circuit for the verification of operating characteristic (9.7.3), reduced supply voltage (9.14)

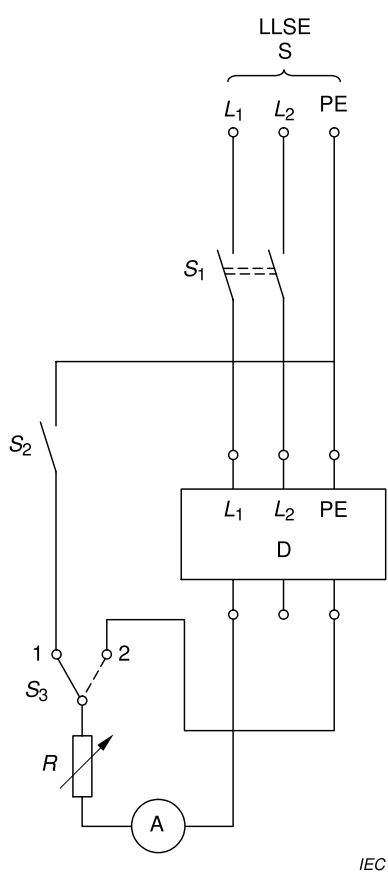


Figure 3a) – Type LLSE / LLE

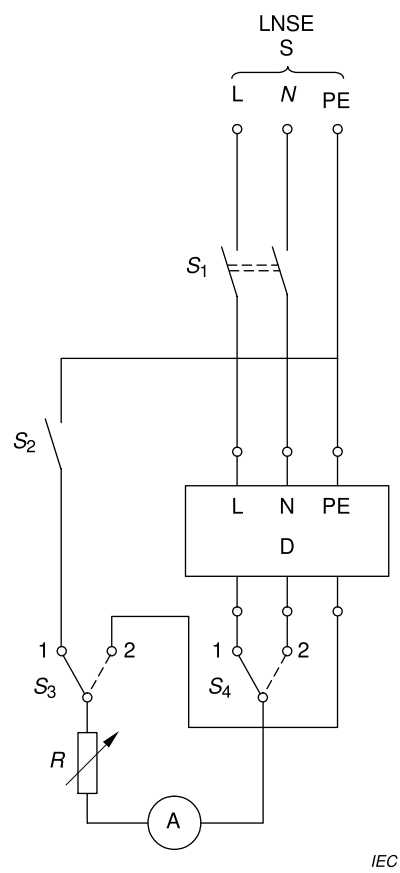


Figure 3b) – Type LNSE / LNE

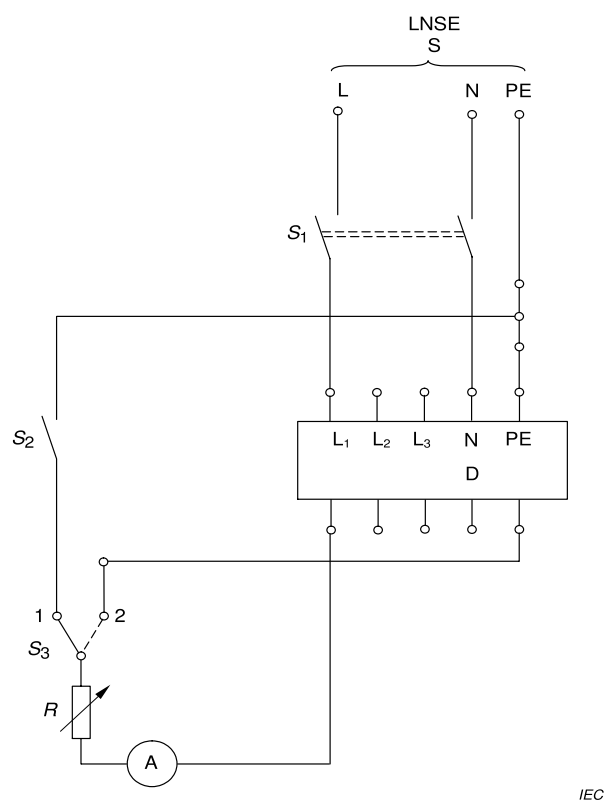


Figure 3c) – Type LLLNSE / LLLNE on LNSE supply

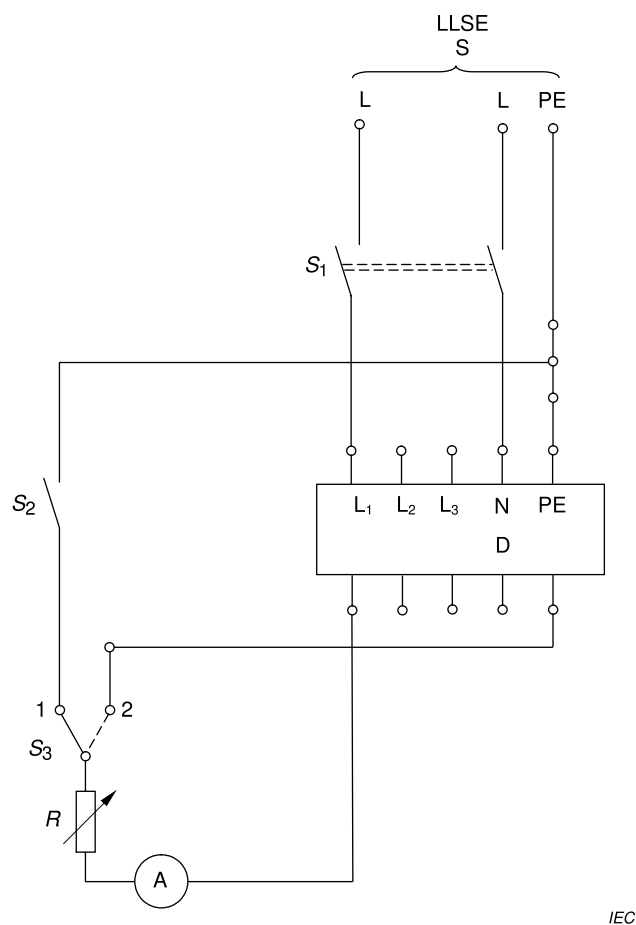


Figure 3d) – Type LLLNSE / LLLNE on LLSE supply

PE	protective conductor
L	line
N	neutral
R	variable resistor
D	device under test
S	supply (for LNSE types line and neutral)
A	ammeter
S_1	two-pole switch
S_2	single-pole switch
S_3, S_4	two-way switch

Figure 3 – Test circuit for the verification when plugged in incompatible supply systems (9.7.7.4)

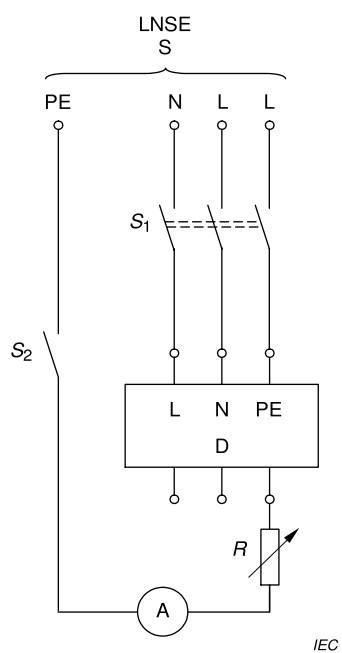


Figure 4a) – Type LNSE

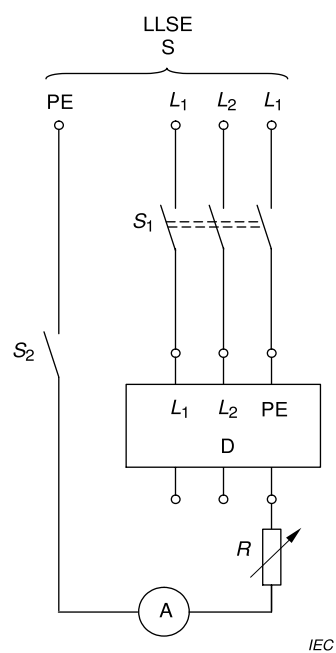


Figure 4b) – Type LLSE

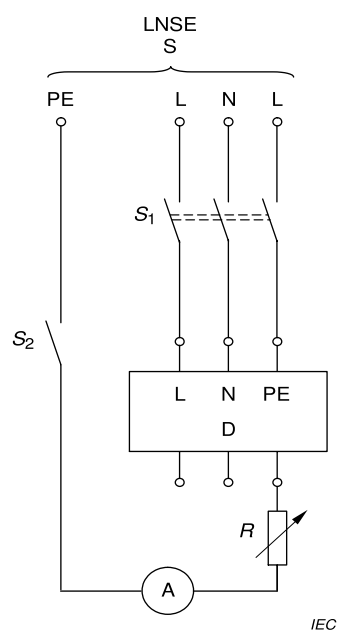


Figure 4c) – Type LNSE

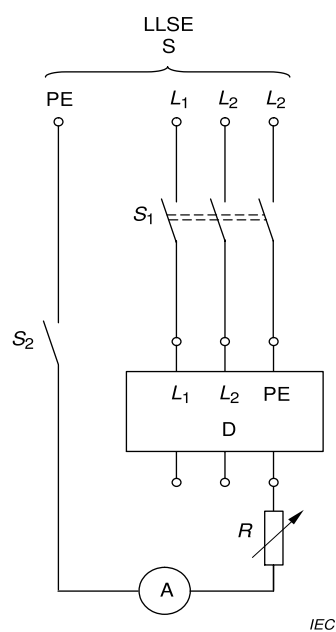


Figure 4d) – Type LLSE

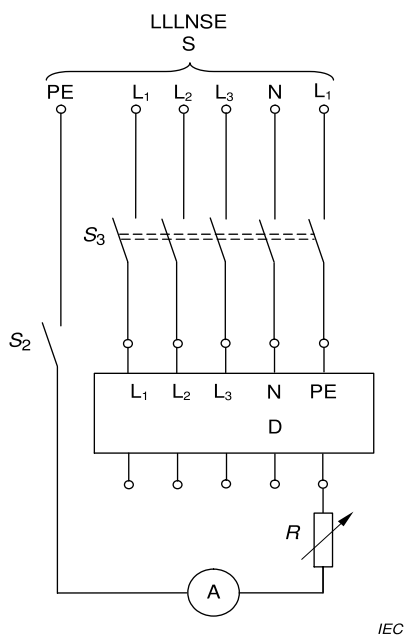


Figure 4e) – Type LLLNSE

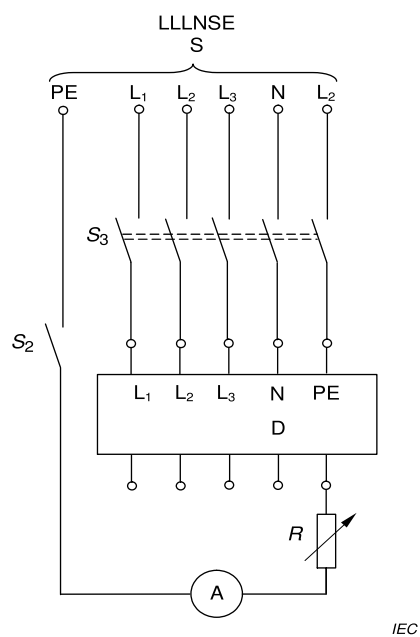


Figure 4f) – Type LLLNSE

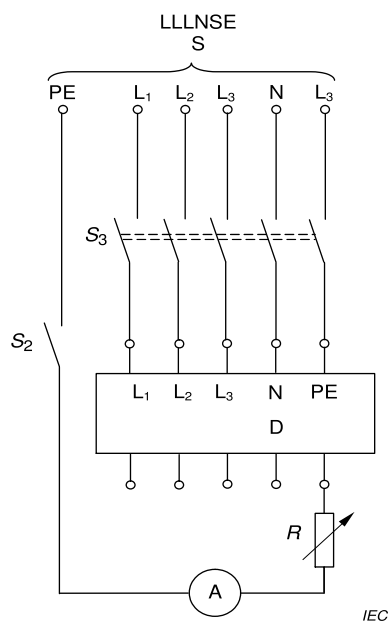


Figure 4g) – Type LLLNSE

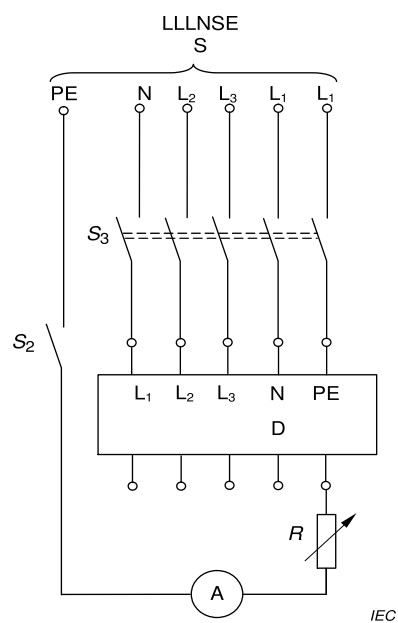


Figure 4h) – Type LLLNSE

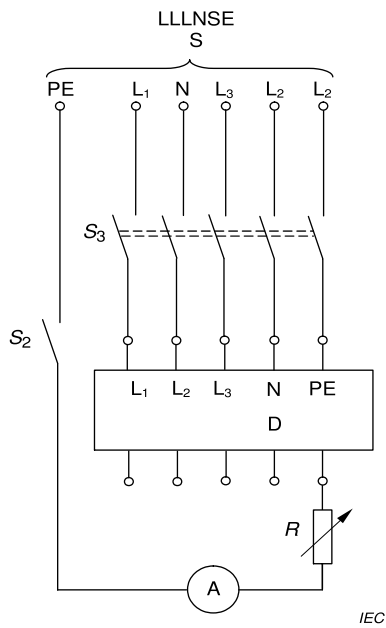


Figure 4i) – Type LLLNSE

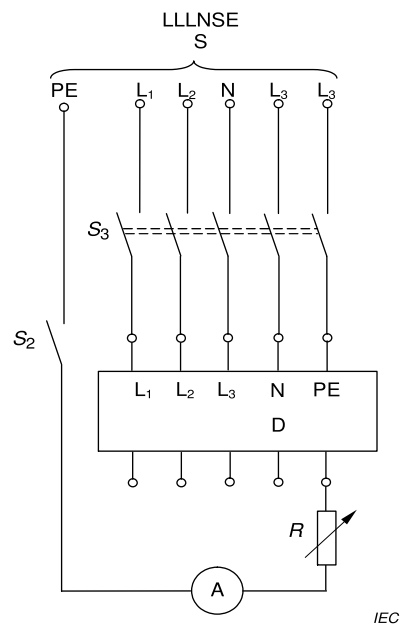


Figure 4j) – Type LLLNSE

- PE protective conductor
- L line
- N neutral
- R variable resistor (adjust for $I_{\Delta n}$)
- D device under test
- S supply (for LNSE types line and neutral)
- A ammeter
- S_1 three-pole switch
- S_2 single-pole switch momentary
- S_3 five-pole switch

LNSE types: For Figures 2a) and 2c), see 9.7.7.2.

Figure 4 – Verification of correct operation for hazardous live PE
(see Table 14 and Table 15)

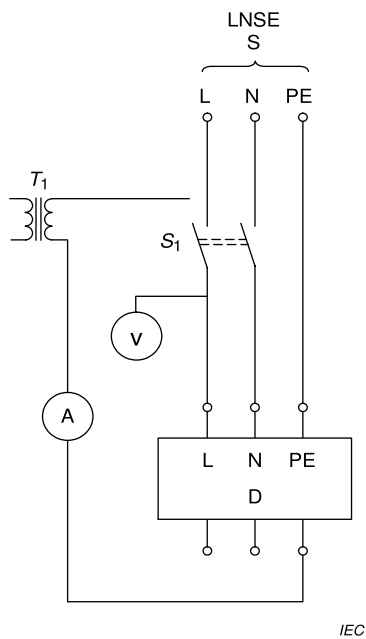


Figure 5a) – Type LNSE / LNE

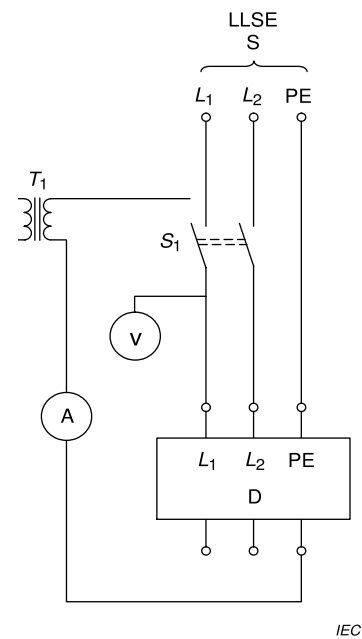


Figure 5b) – Type LLSE / LLE

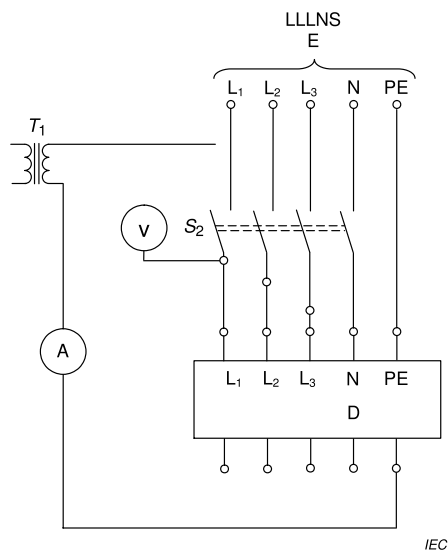


Figure 5c) – Type LLLNSE / LLLNE

- PE protective conductor
 L line
 N neutral
 D device under test
 T_1 variable current injection transformer 0 A to 20 A
 A AC ammeter 0 A to 20 A
 V voltmeter
 S_1 two-pole switch
 S_2 four-pole switch momentary
 S supply (for LNSE types line and neutral)
 See 9.6.3.

Samples with the trip circuit disabled may be required for this test.

Figure 5 – Verification of temperature rise of the protective conductor

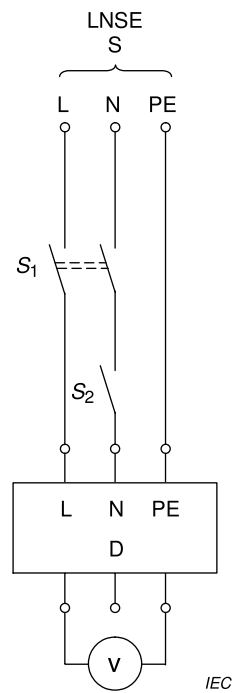


Figure 6a) – Type LNSE / LNE

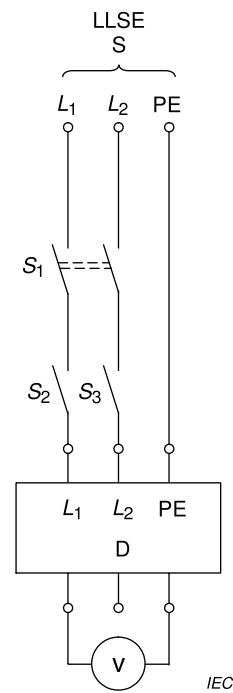
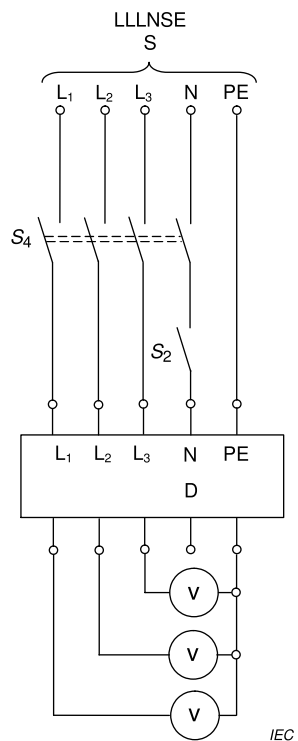


Figure 6b) – Type LLSE / LLE



- PE protective conductor
- L line
- N neutral
- D device under test
- S supply (for LNSE types line and neutral)
- S₁ two-pole switch
- S_{2, 3} single-pole switch
- S₄ Four-pole switch
- V voltmeter(s)

See 9.7.4.2

Figure 6c – Type LLLNSE / LLLNE

Figure 6 – Verification of open neutral for LNSE types, and open line for LLSE types

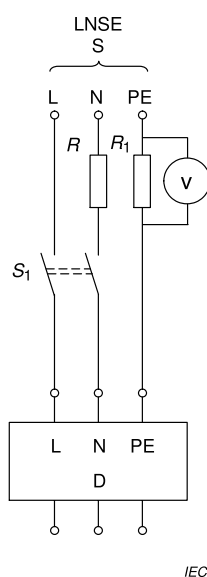


Figure 7a) – LNSE / LNE type

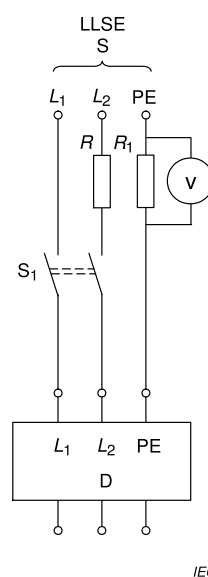


Figure 7b) – LLSE / LLE type

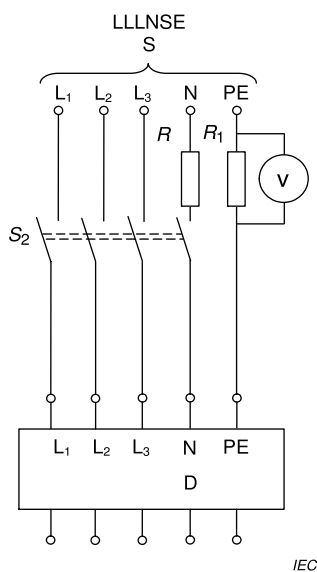


Figure 7c) – LLLNSE / LLLNE type

PE protective conductor
 L line
 N neutral
 S_1 two-pole switch
 S_2 four-pole switch
 D device under test
 S supply (for LNSE types line and neutral)
 V voltmeter r.m.s.
 R, R_1 $1,0 \, \Omega \pm 1 \, \%$
 See 9.7.10.

Figure 7 – Verification of a standing current in the protective conductor in normal service

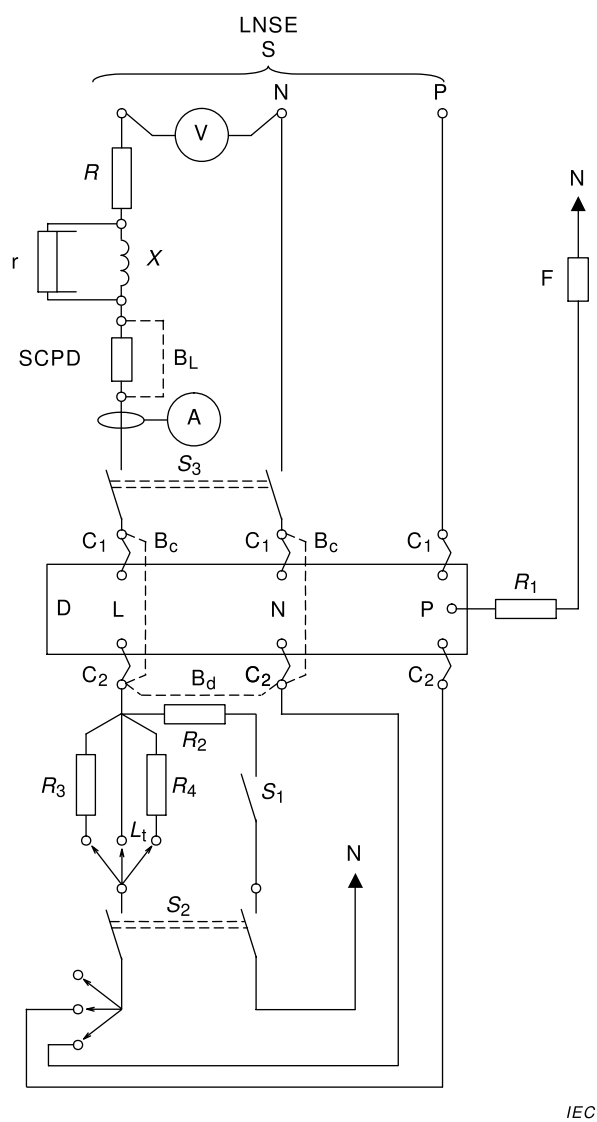


Figure 8a) – LNSE / LNE types

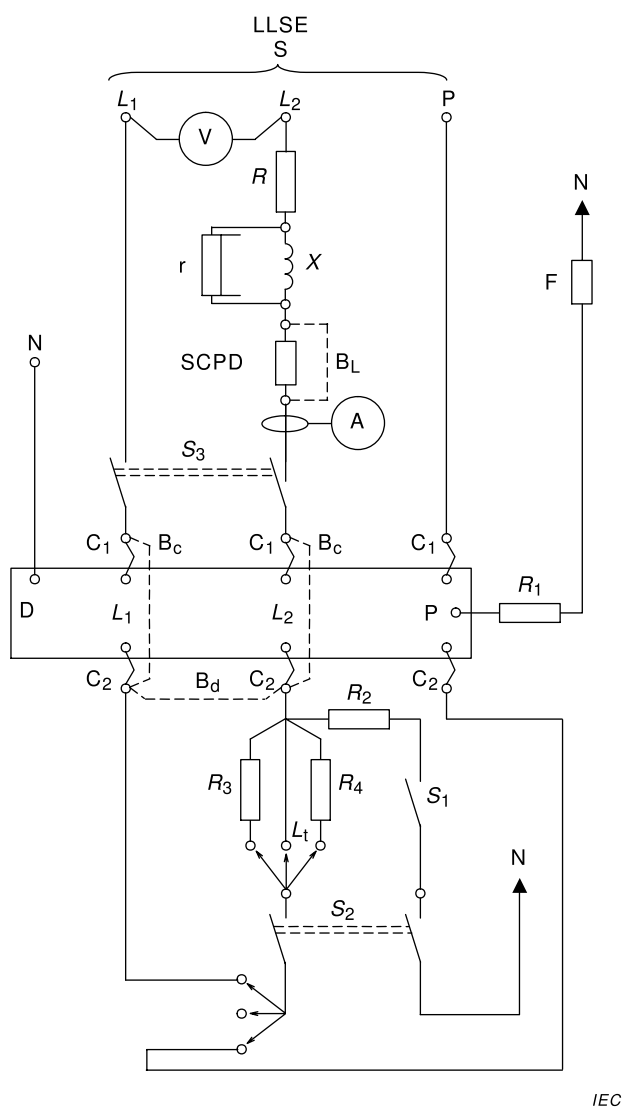


Figure 8b) – LLSE / LLE types

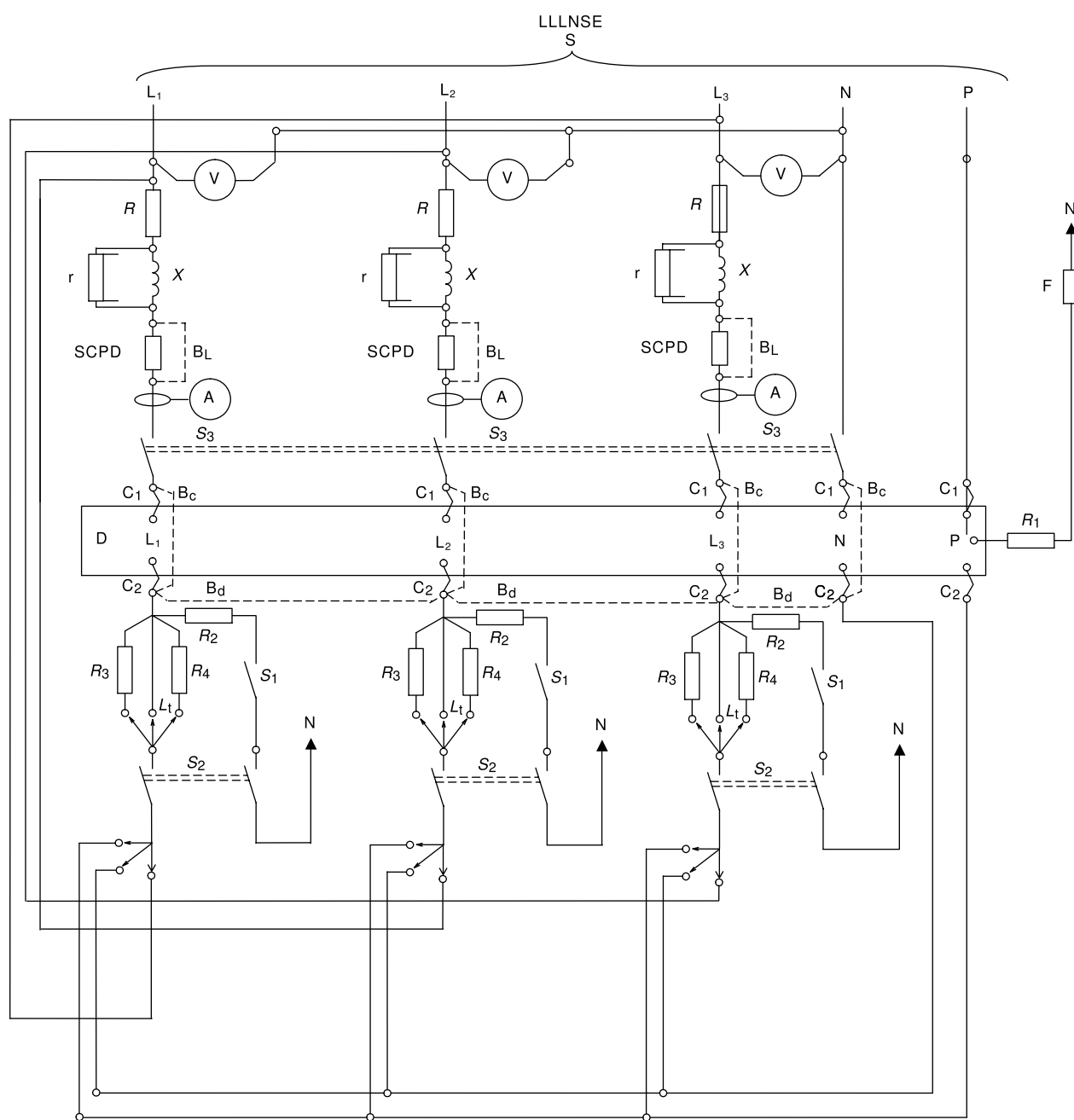
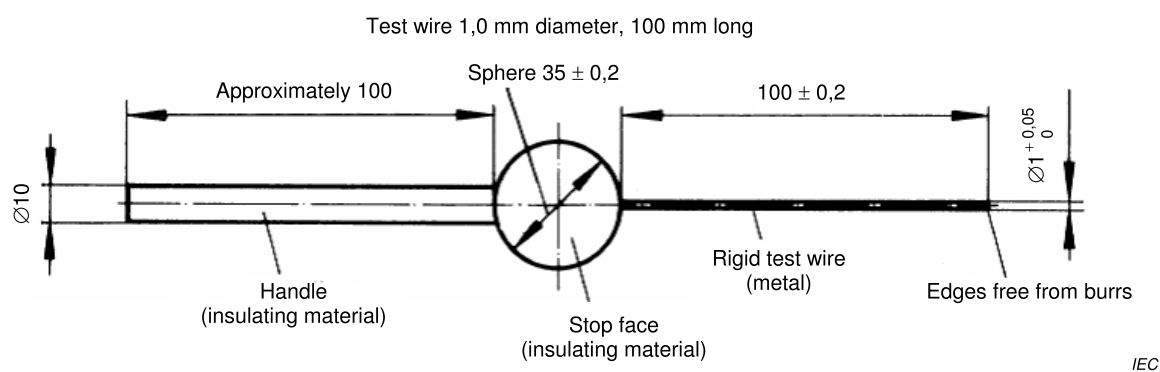


Figure 8c) – LLLNSE / LLLNE type

PE	protective conductor
L	line
N	neutral
S	test supply for rated voltage
V	oscillogram element to record voltage
R and X	resistor and reactor, adjusted to I_{nc}
r	shunt resistor
SCPD	silver wire, fuse or circuit breaker
BL	bridging link for SCPD (closed during calibration and I_m , $I_{\Delta m}$ tests; open during I_{nc} , $I_{\Delta c}$, I_m conditional tests)
A	oscillogram element to record current
S_3	switch for making the CO test of a unit with automatic closing
C1 and C2	IC-CPD flexible cord, total length 0,75 m
D	device under test
R_1	resistor to give approximately 100 A
F	fine wire fuse
B_c	temporary IC-CPD bridging connections for calibration

B_d	temporary IC-CPD load terminals bridging connections for calibration of I_{nc}
R_2	resistor to give $10 \times I_{\Delta n}$
S_1	switch to insert R_2 for I_m test
R_3	resistor adjusted to I_m (and $I_{\Delta m}$)
R_4	resistor to give 250 A
S_2	switch to initiate O tests, left closed for CO tests
L_1	load terminal
Arrows at S2 terminals alternative connections as specified for various test	

Figure 8 – Test circuit for the verification of the making and breaking capacity and the short-circuit coordination with an SCPD (see 9.9.2)



Test force: 10 N $\pm$ 10 %

Dimensions in millimetres

Figure 9 – Standard test wire 1,0 mm

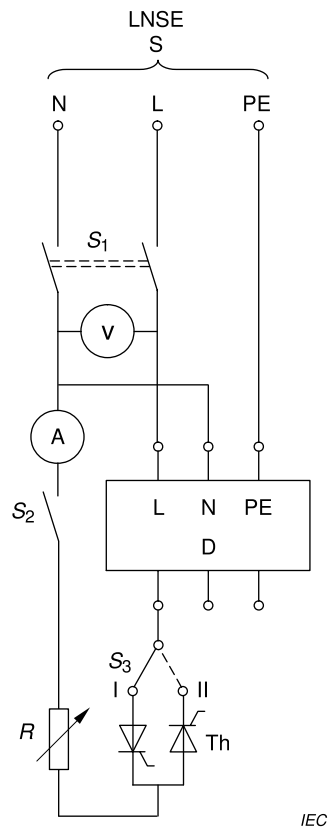


Figure 10a) – LNSE / LNE types

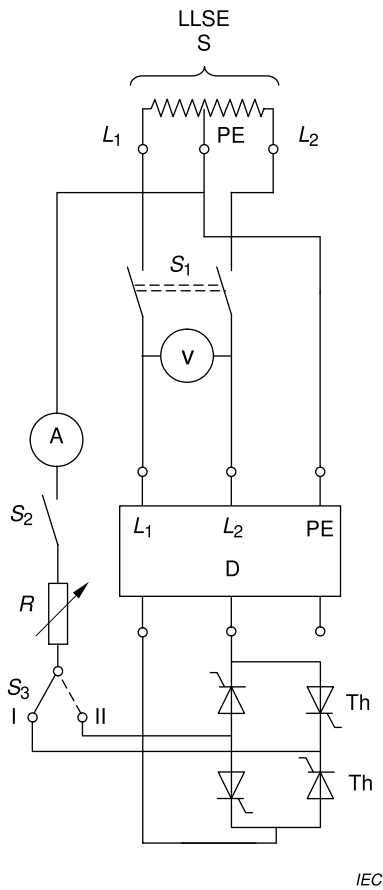


Figure 10b) – LLSE / LLE types

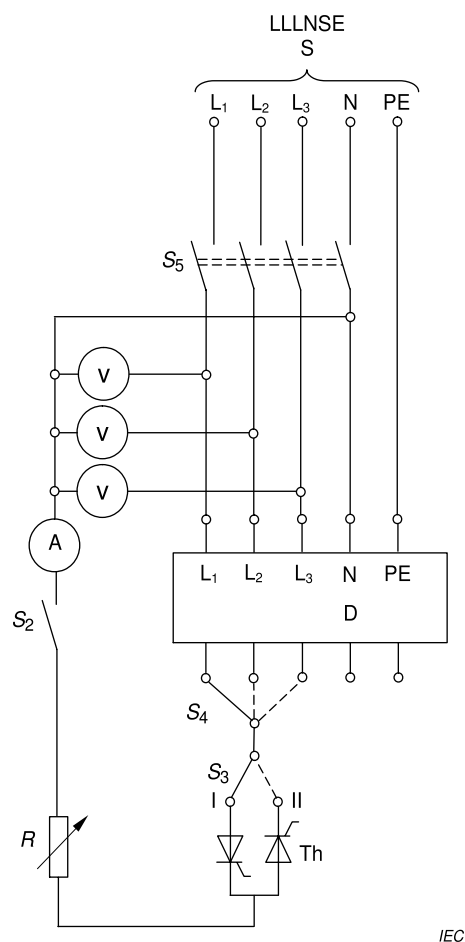


Figure 10c) – LLLNSE / LLLNE types

PE	protective conductor
L	line
N	neutral
S	supply
V	voltmeter
A	ammeter (measuring r.m.s. values)
D	device under test
R	variable resistor
Th	thyristor
S_1	two-pole switch
S_2	single-pole switch
S_3	two-way switch
S_4	three-way switch
S_5	four-pole switch

Figure 10 – Test circuit for the verification of the correct operation in the case of residual pulsating direct currents (see 9.7.4)

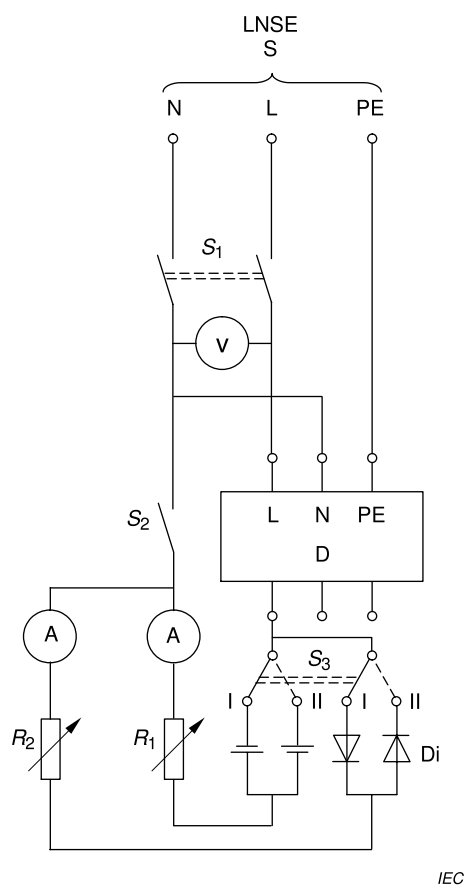
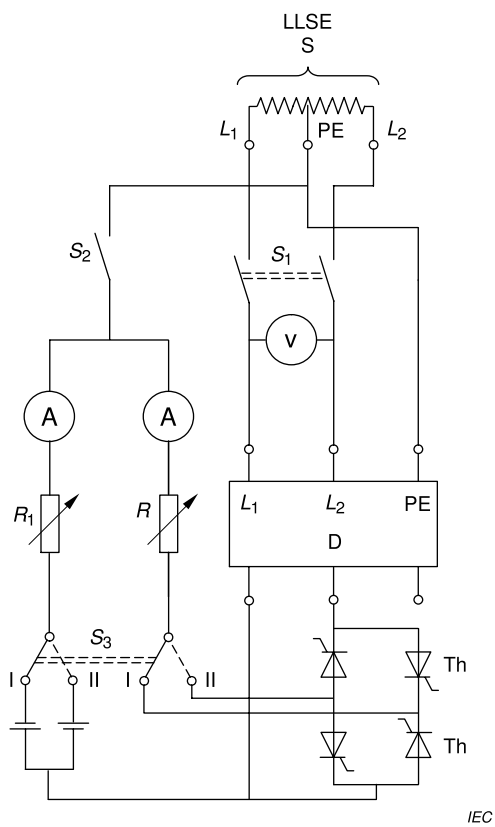


Figure 11a) – LNSE / LNE types



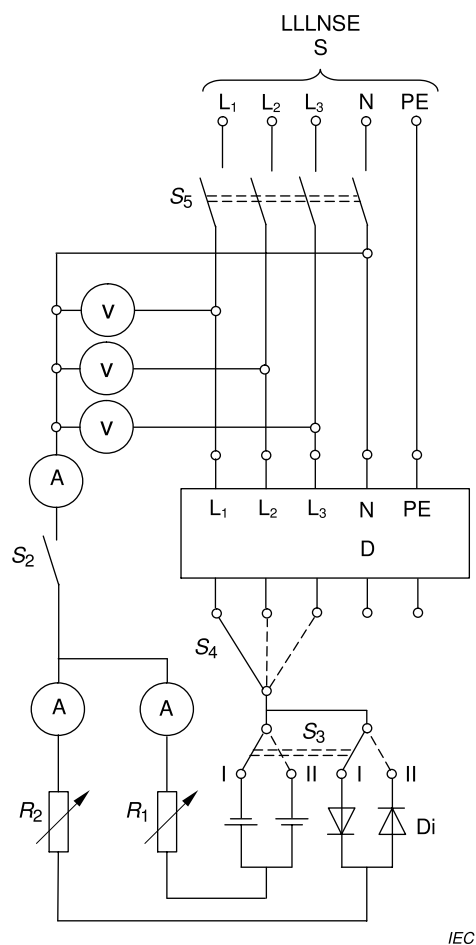


Figure 11c) – LLLNSE / LLLNE types

PE	protective conductor
L	line
N	neutral
S	supply
V	voltmeter
A	ammeter (measuring r.m.s. values)
D	Device under test
R	variable resistor
Di	diode
S_1	two-pole switch
S_2	single-pole switch
S_3	two-pole two-way switch
S_4	three-way switch
S_5	four-pole switch

Figure 11 – Test circuit for the verification of the correct operation in the case of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current (see 9.7.4.3)

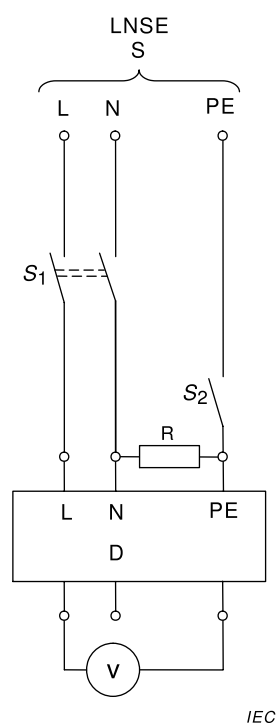


Figure 12a) – Type LNSE

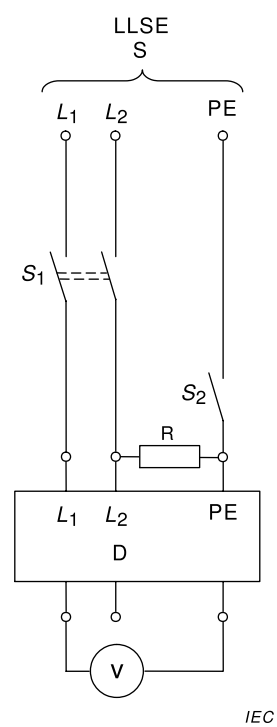


Figure 12b) – Type LLSE

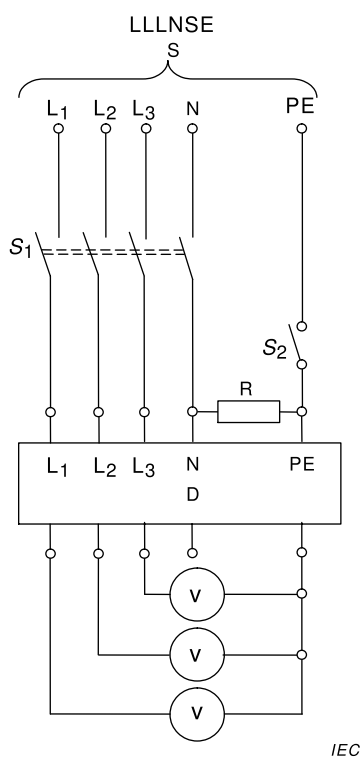
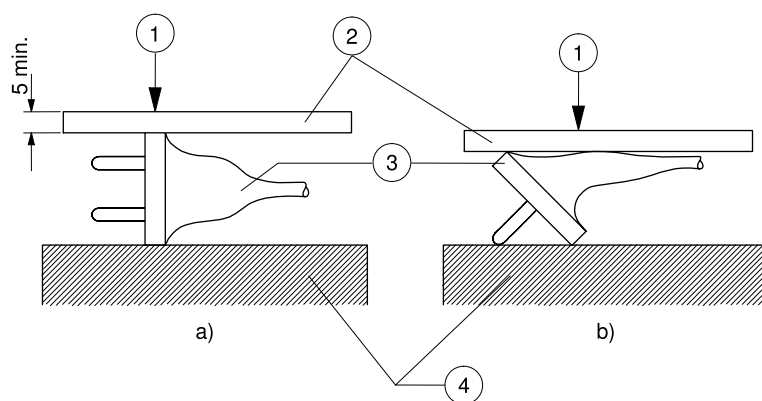


Figure 12c) – Type LLLNSE

PE	protective conductor
L	line
N	neutral
D	device under test
S	supply
S_1	two-pole switch or four-pole switch, as applicable
S_2	single-pole switch
V	voltmeter
R	resistor 1600 Ω

NOTE For LLSE types a supply neutral connection can be connected for reference.

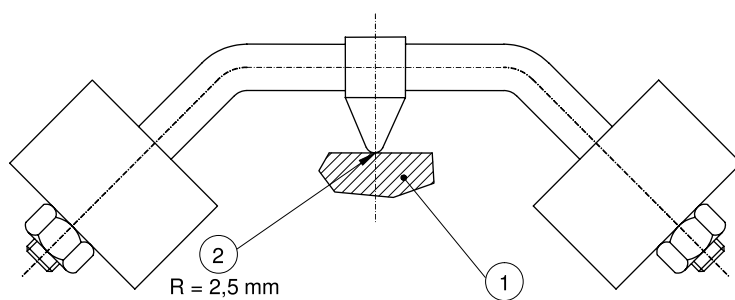
Figure 12 – Verification of open protective conductor (see 9.7.7.5)

Dimensions in millimetres

IEC

- 1 force
- 2 steel pressure plate
- 3 plug-portion of the sample
- 4 steel base

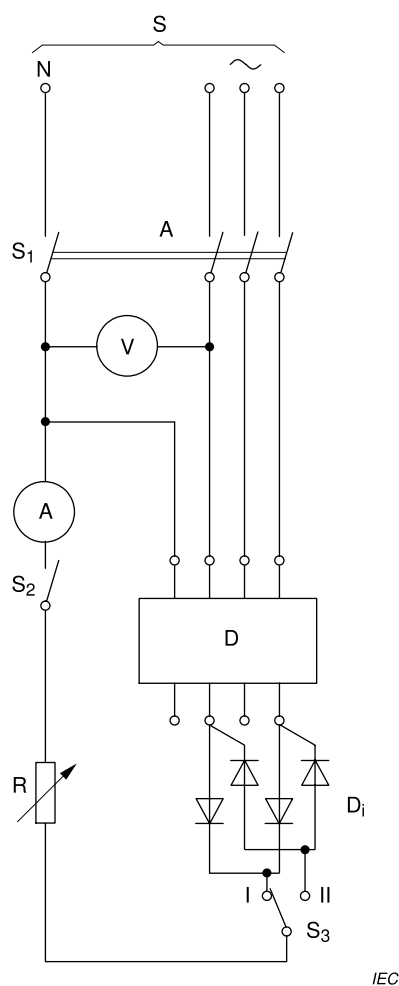
Figure 13 – Arrangement for compression test
for verification of protection against electric shock



IEC

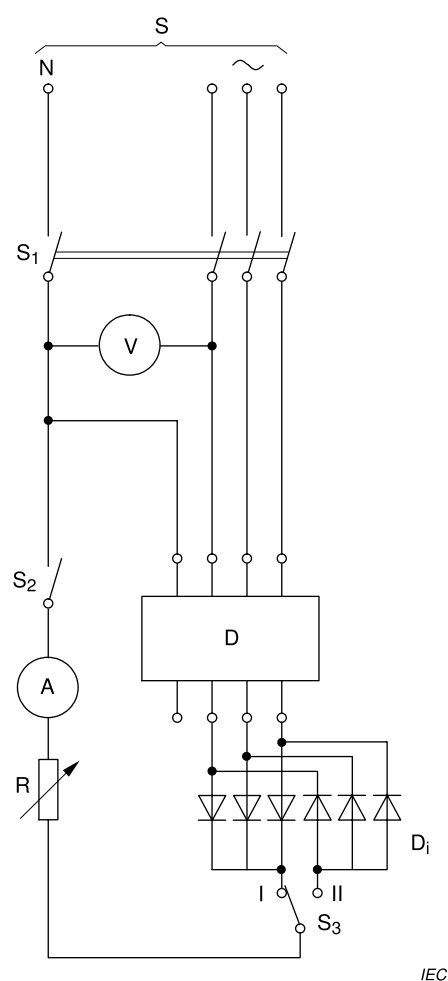
- 1 sample
- 2 spherical

Figure 14 – Ball-pressure test apparatus



- Point A supply by 2 phases chosen at random
 S supply
 V voltmeter
 A ammeter (measuring r.m.s. values)
 D device under test
 D_i diodes
 R variable resistor
 S₁ multi-pole switch
 S₂ single-pole switch
 S₃ two-pole switch

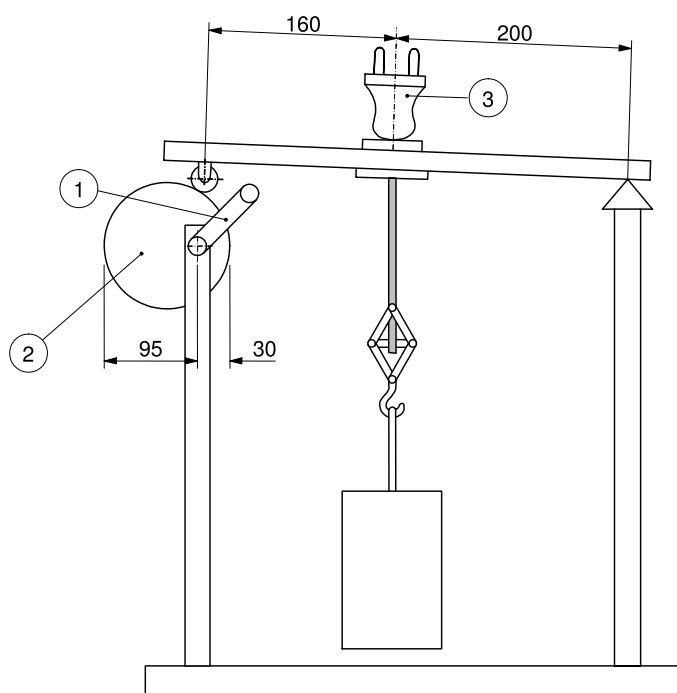
Figure 15 – Test circuit for IC-CPD according to 4.1.3 to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases



- S supply
- V voltmeter
- A ammeter (measuring r.m.s. values)
- D device under test
- D_i diodes
- R variable resistor
- S_1 multi-pole switch
- S_2 single-pole switch
- S_3 two-pole switch

Figure 16 – Tests circuit for IC-CPD according to 4.1.4 to verify the correct operation in case of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases

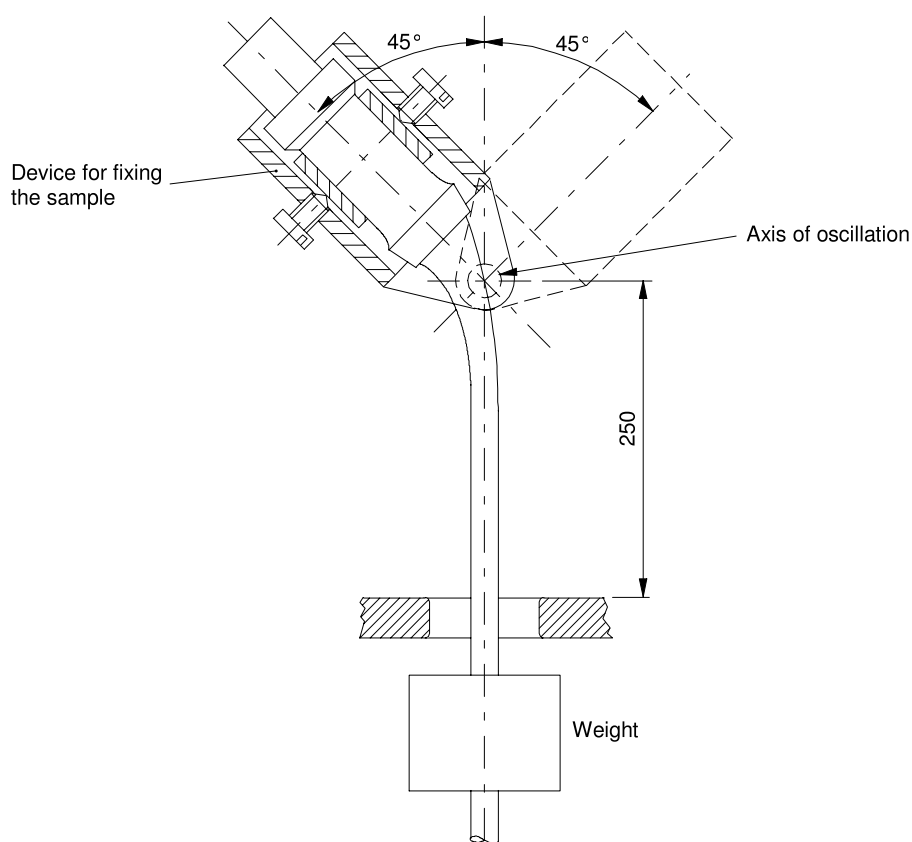
Dimensions in millimetres



IEC

- 1 crank
- 2 eccentric
- 3 sample

Figure 17 – Apparatus for testing the cord retention

Dimensions in millimetres

IEC

- 1 device for fixing the sample
- 2 sample
- 3 weight

An adjustment of the different supports for the accessories by means of a threaded spindle shall be provided as per the explanation in 9.25.

Figure 18 – Apparatus for flexing test

Dimensions in millimetres

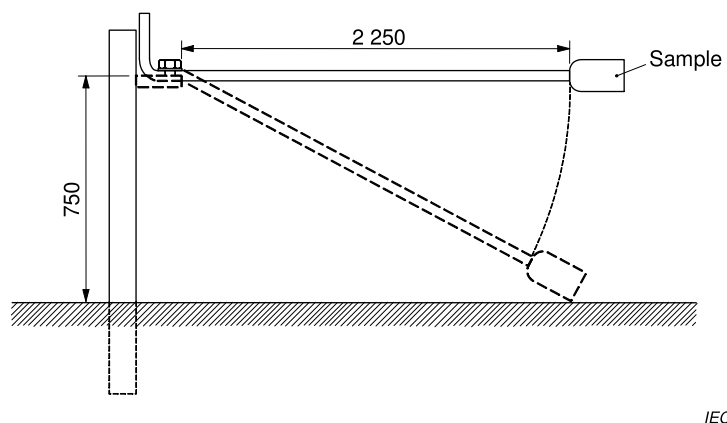


Figure 19 – Arrangement for mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords (9.10.4)

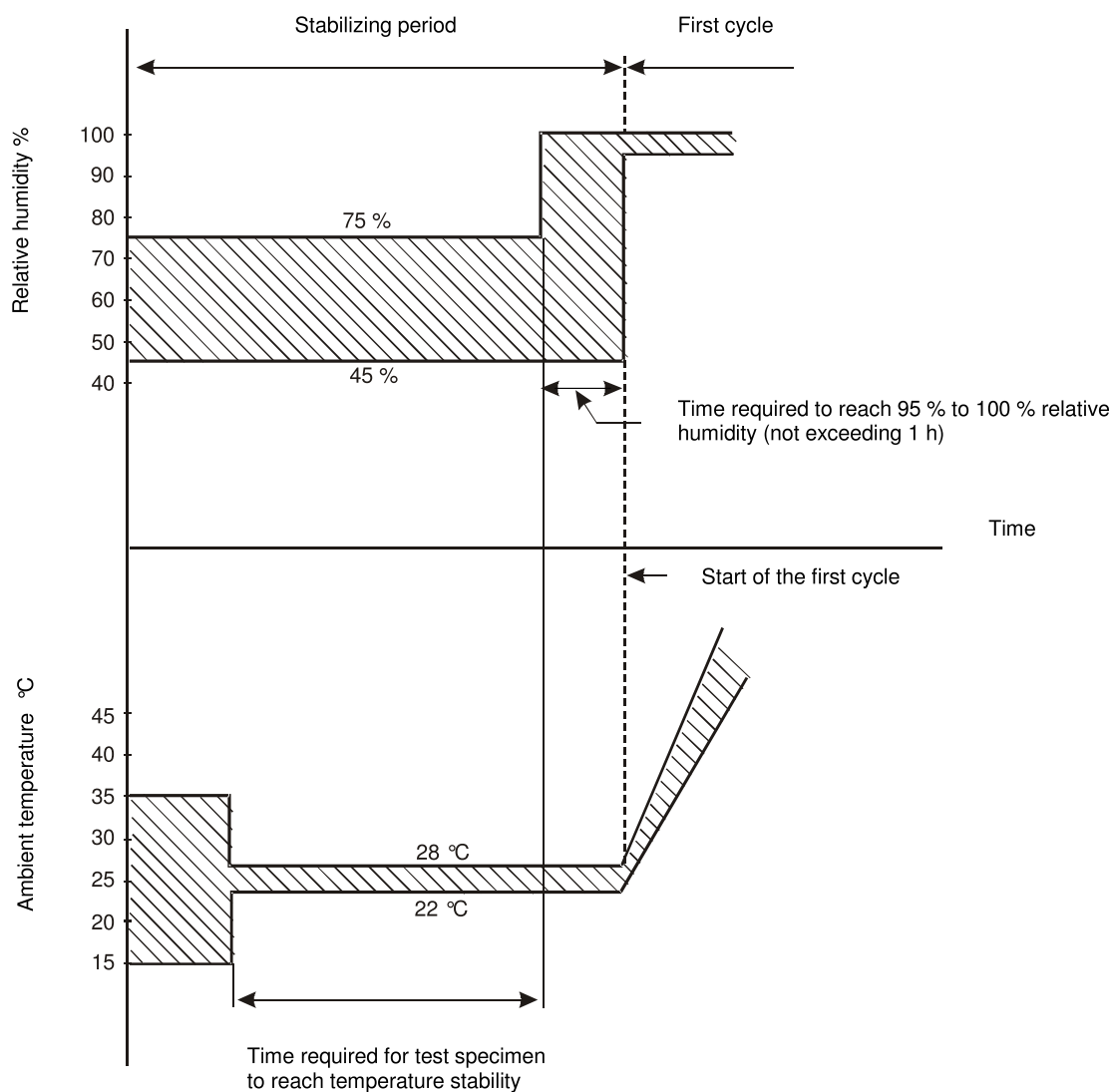


Figure 20 – Stabilizing period for reliability test (9.17.1.4)

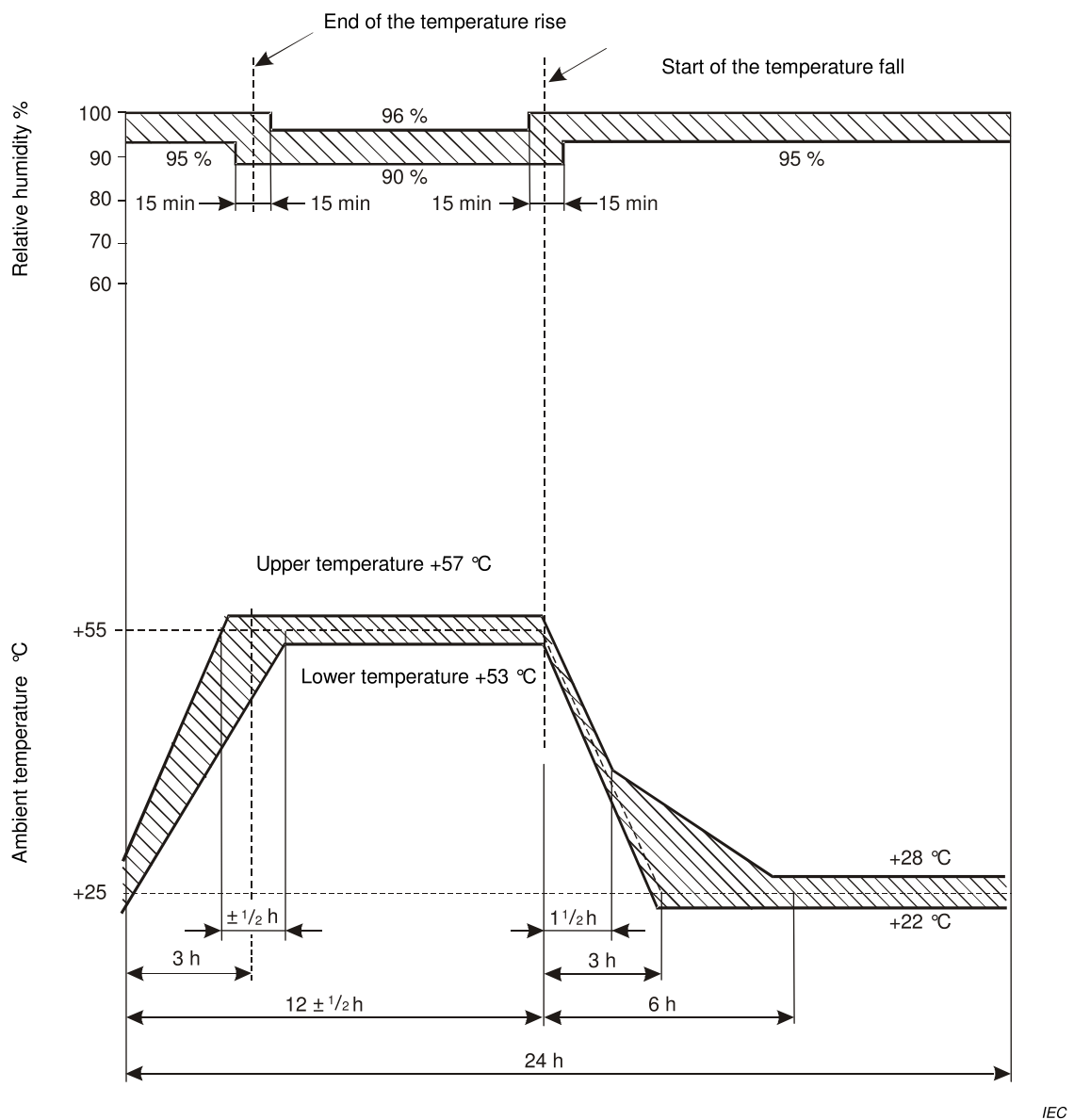
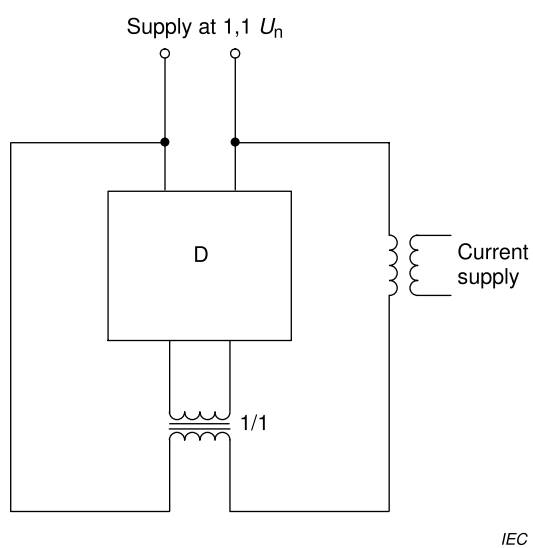
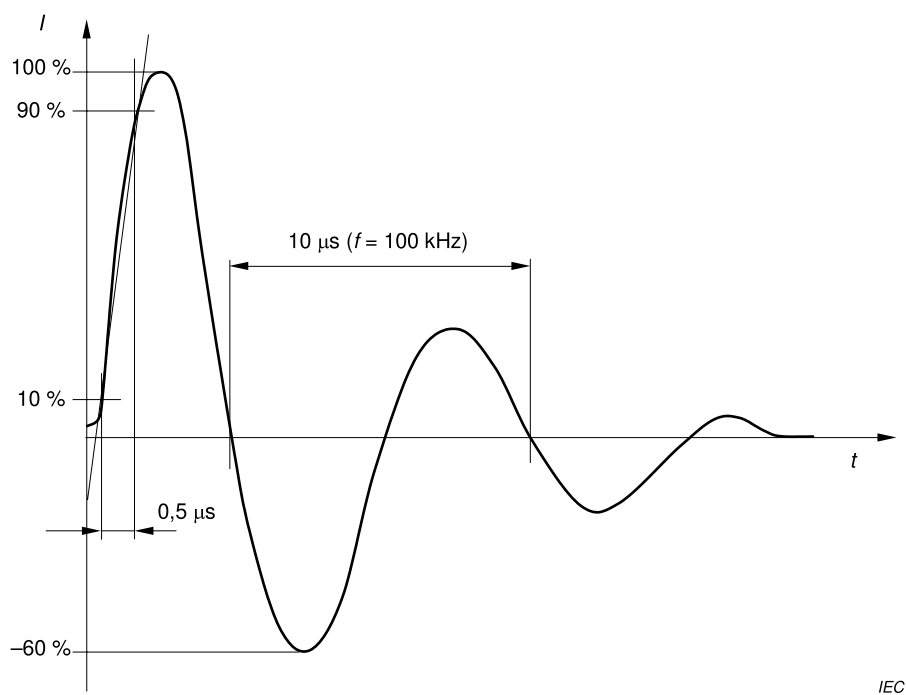
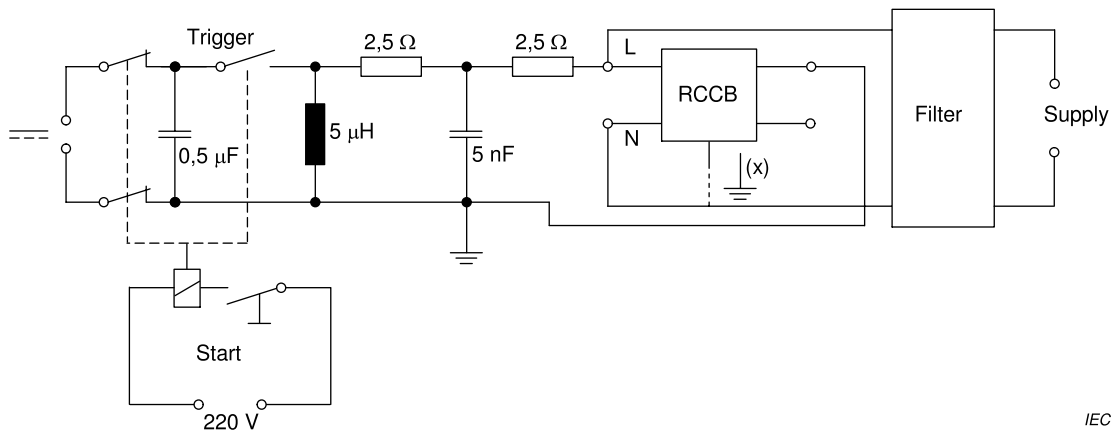


Figure 21 – Reliability test cycle (9.17.1.4)



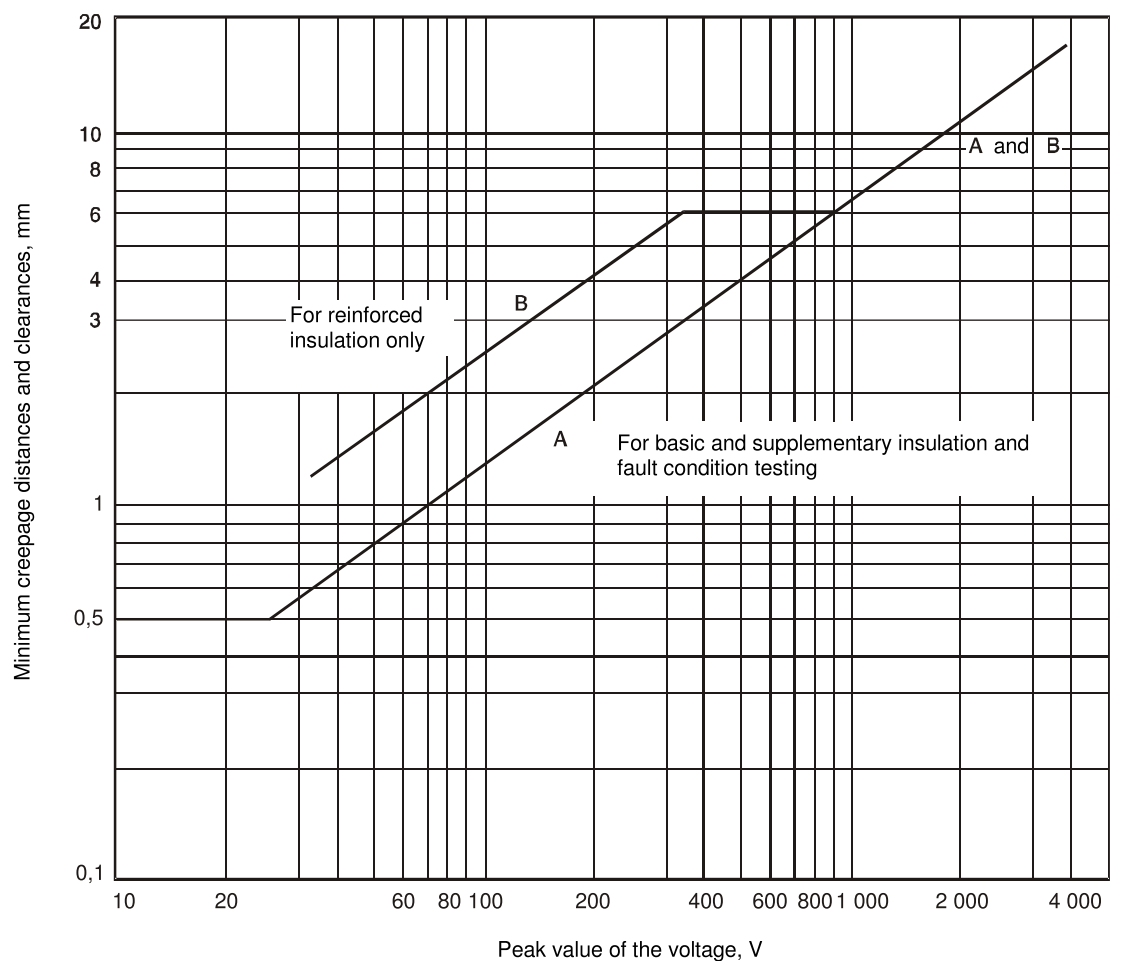
D IC-CPD under test

Figure 22 – Example for test circuit for verification of ageing of electronic components (9.18)

Figure 23 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz

(x) Earthing terminal connected to the neutral conductor if marked on the IC-CPD

Figure 24 – Example of test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping



For parts conductively connected to the supply mains with voltages in the range of 220 V and 250 V (r.m.s.), the dimensions are equal to those relating to 354 V, peak:

Curve A: 34 V corresponds to 0,6 mm
354 V corresponds to 3,0 mm

Curve B: 34 V corresponds to 1,2 mm
354 V corresponds to 6,0 mm

Figure 25 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage (see 9.27.3 a))

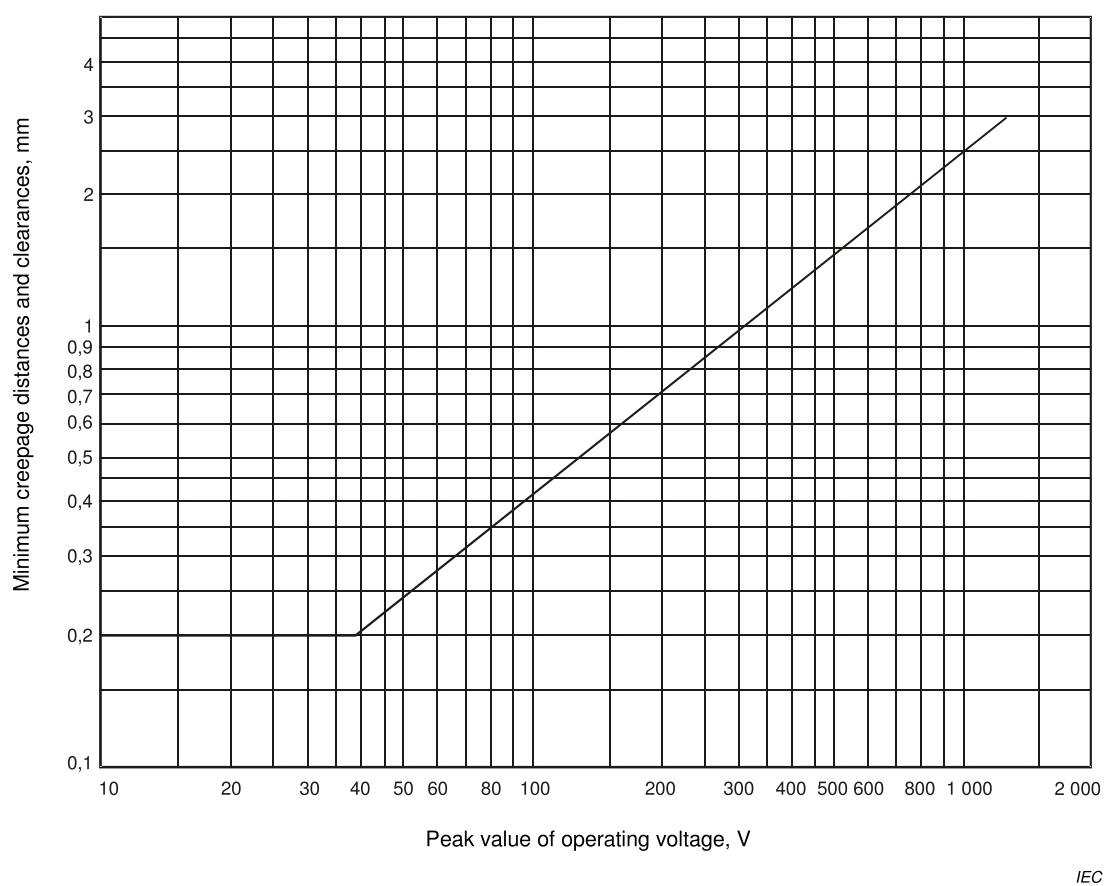


Figure 26 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage (see 9.27.3 a))

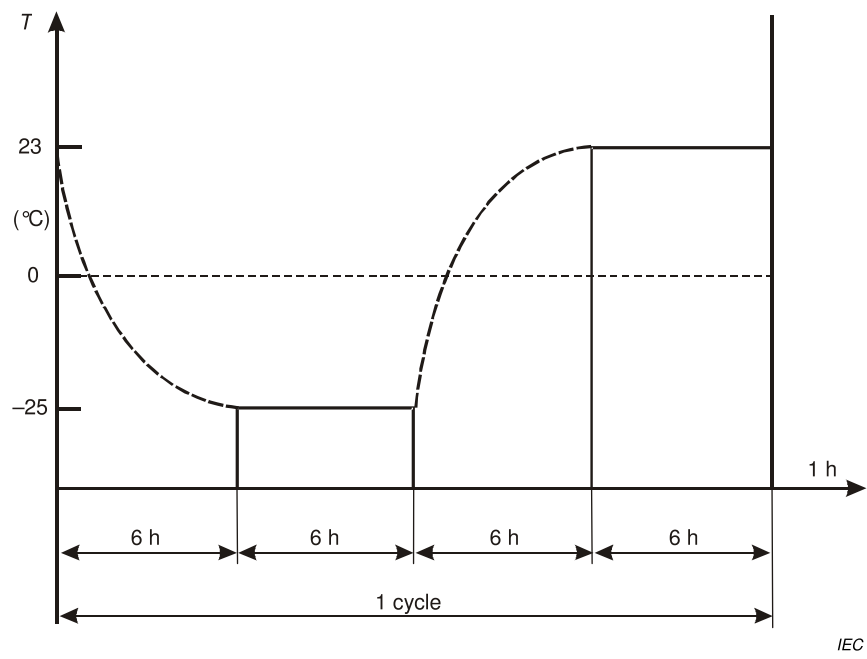
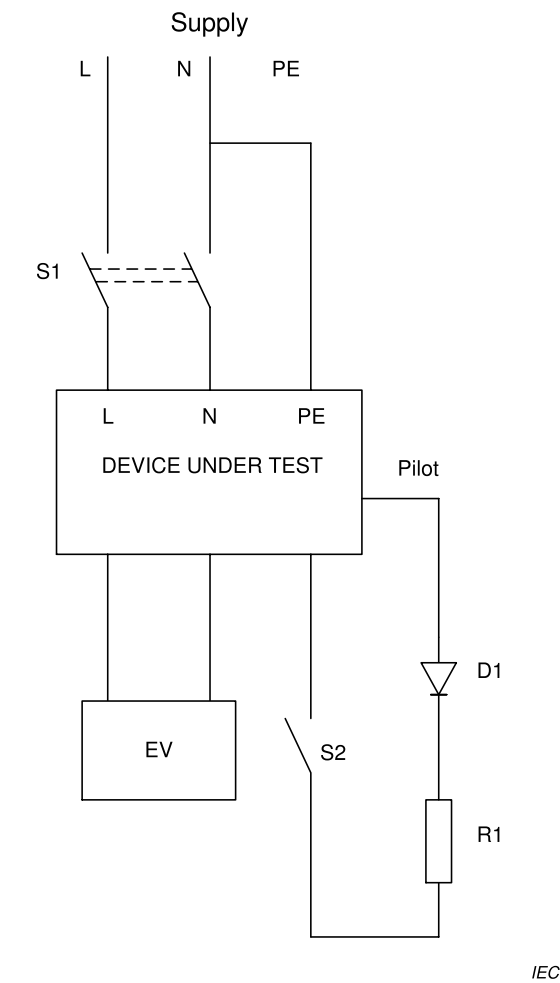


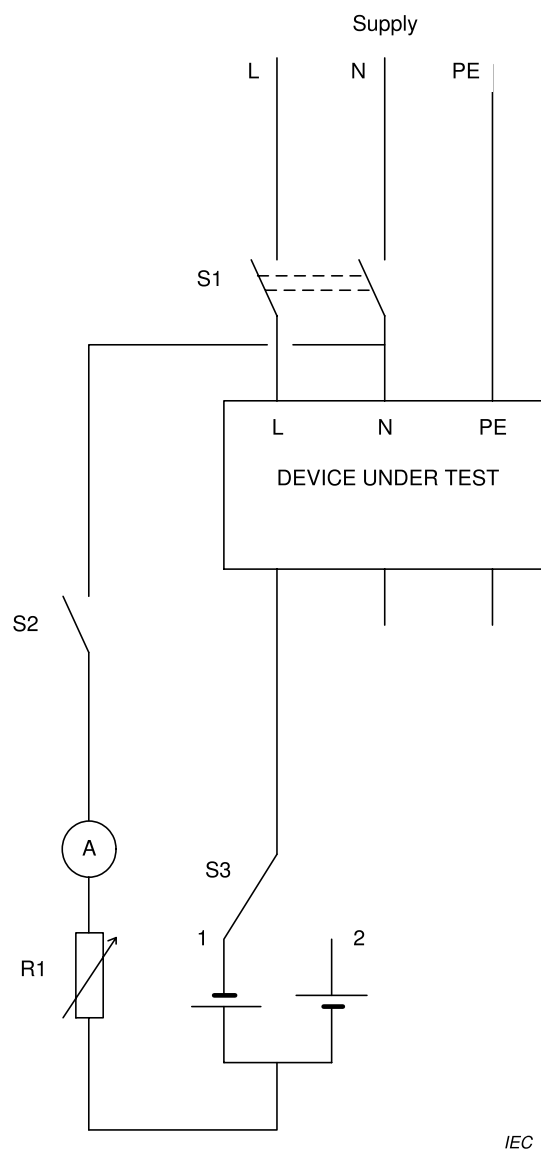
Figure 27 – Test cycle for low temperature test



The figure shows the LNSE-type.
For LLSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 – PE.
For LLLNSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 –L3–N–PE.

S_1, S_2	switch
S	supply
D	device under test
R_1	resistor value $882\ \Omega \pm 3\%$
D_1	diode
EV	resistive load simulating electric vehicle at rated current

Figure 28 – Test circuit for verification of connection of protective conductor to the EV, according to 9.7.9



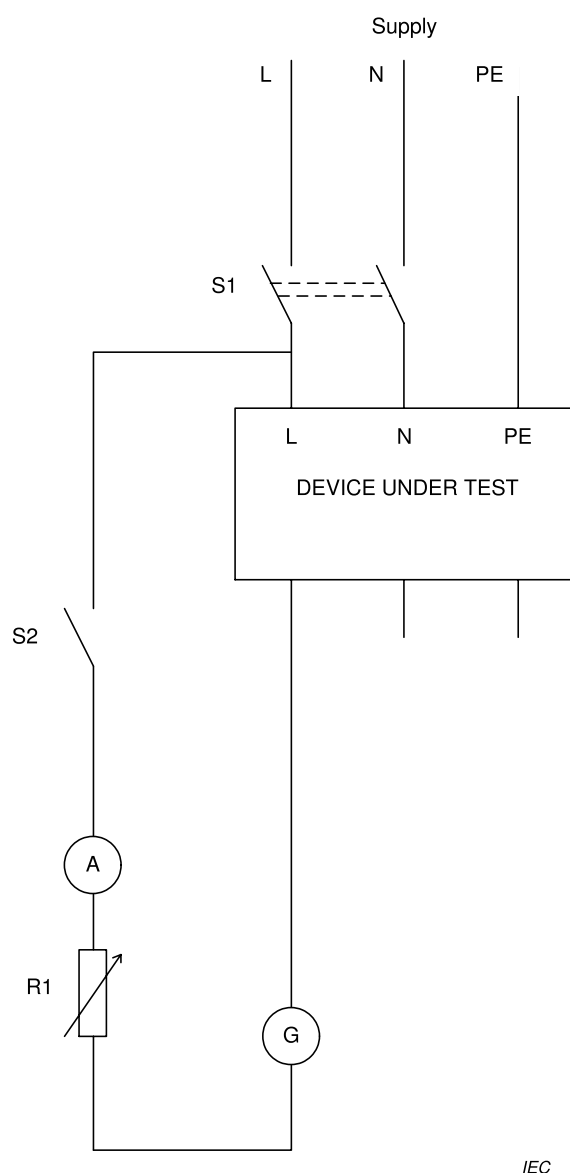
The figure shows the LNSE-type.

For LLSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 – PE.

For LLLNSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 –L3–N–PE.

S_1, S_2, S_3	switch
S	supply
D	device under test
R_1	adjustable resistor

Figure 29 – Verification of correct operation in case of smooth d.c. leakage current, according to 9.7.6



IEC

The figure shows the LNSE-type.

For LLSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 – PE.

For LLLNSE type, the connection from the supply is: L1 –L2 –L3–N–PE.

S supply

S₁ all-pole switch (optional)

S₂ single-pole switch

D IC-CPD under test

R₁ e.g. 10 Ω (any suitable value)

G arbitrary waveform generator (combination of, 50 Hz and 1 kHz)

A amperemeter

Figure 30 – Example of a test circuit for the verification of correct operation in case of residual sinusoidal alternating currents composed of multi-frequency components

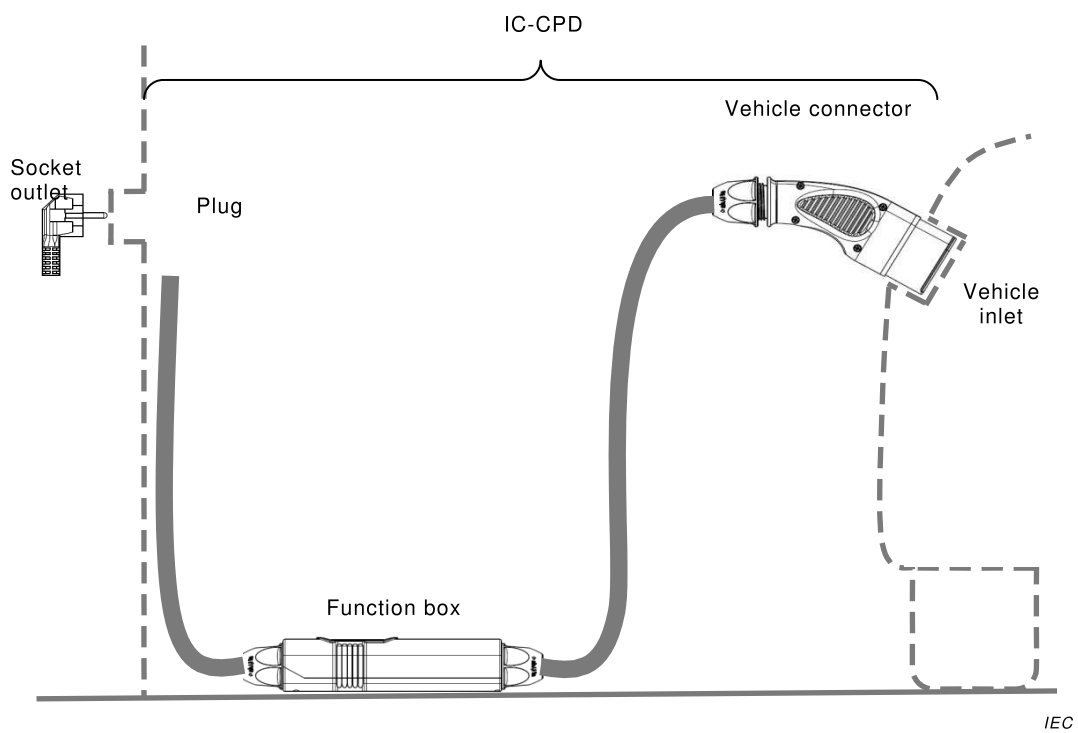
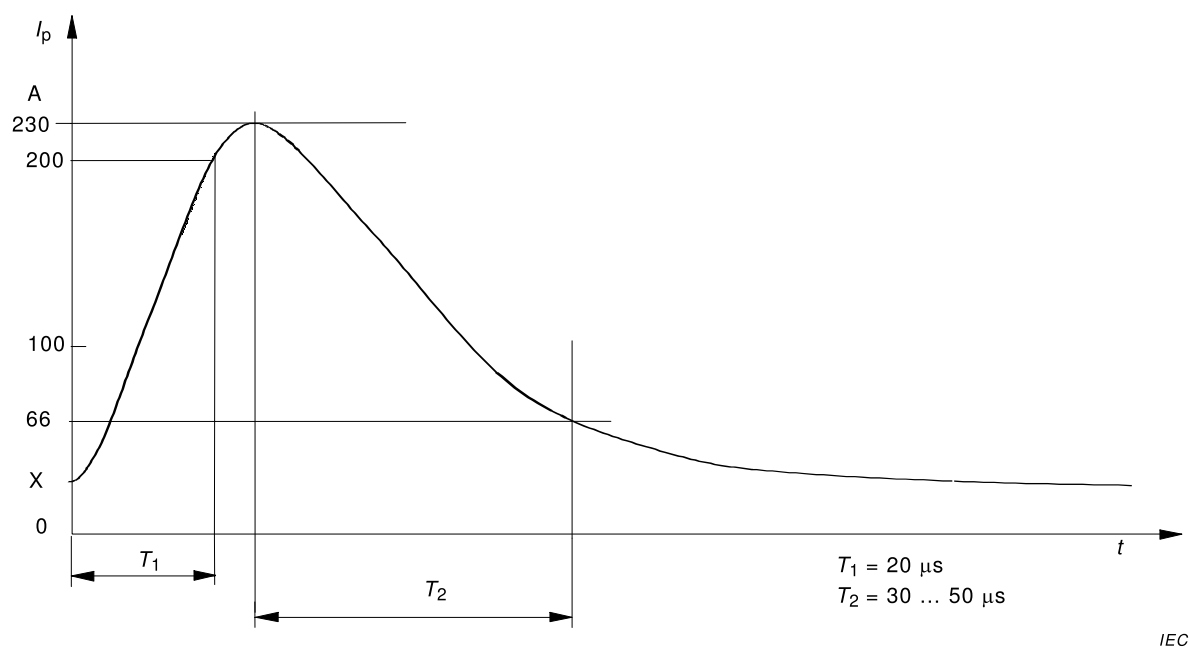


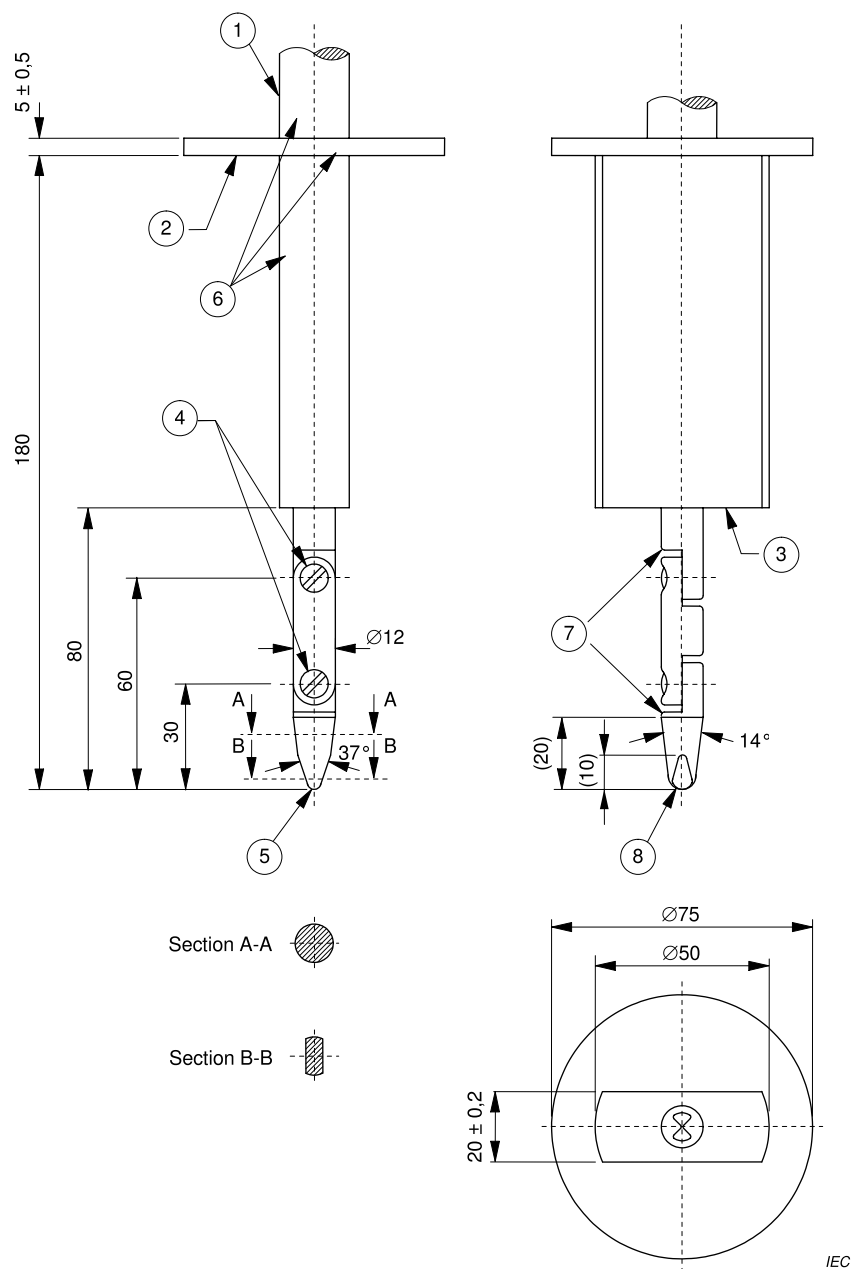
Figure 32 – The use of the IC-CPD



Key

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

Figure 33 – Informative wave shape of inrush current for tests according to 9.8.2



Key

- 1 Handle
- 2 Guard
- 3 Stop face
- 4 Joints

Material : metal, except where otherwise specified
Tolerances on dimensions without specific tolerance:

- on angles: 0
-10
- on linear dimensions: 0
up to 25 mm: -0,05
over 25 mm: ±0,2

- 5 R2 ± 0,05 cylindrical
- 6 Insulating material
- 7 Chamfer all edges
- 8 R4 ± 0,05 spherical

Both joints shall permit movement in the same plane and the same direction through an angle of 90° with a tolerance of +10°.

0

Figure 34 – Test finger

Annex A (normative)

Test sequences and number of samples to be submitted for verification of conformity to this standard

A.1 Verification of conformity

The following test sequences can be used:

- by the manufacturer for the purpose of the supplier's declaration;
- by an independent certification body.

For plugs the type tests shall be in accordance with IEC 60884-1, IEC 60309-1, or IEC 60309-2, as applicable.

For vehicle connectors the type tests shall be in accordance with IEC 62196-1.

A type test according to an appropriate national standard is also acceptable

A.2 Test sequences

The tests are made 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 General ^a
		9.3	Indelibility of marking
		9.22	Strain on the conductors
		9.23	Torque exerted by IC-CPDs on fixed socket-outlets
		8.5.3	Degree of protection of the function box(es)
		9.4	Protection against electric shock
		9.11	Resistance to heat
		8.4.3	Clearances and creepage distances
		9.19	Resistance to tracking
		9.12	Resistance to abnormal heat and to fire
B		9.5	Test of dielectric properties
		9.6	Temperature rise
		9.17.2	Reliability at 45°C
		9.18	Ageing
		9.20	Test on pins provided with insulating sleeves
		IEC TS 62763:2013 Table 4 ^e	Tests of the pilot function
C	C ₁	9.9.3	Making and breaking capacity of the plug of the IC-CPD
		9.8	Mechanical and electrical endurance
		9.21	Mechanical strength of non-solid pins of plugs
		9.24	Tests of cord anchorage
		IEC TS 62763:2013, Table 4 ^e	One test of the pilot function chosen at random
	C ₂ ^b	9.24	Tests of cord anchorage
	C ₃ ^b	9.25	Flexing test of non-rewirable IC-CPDs
D	D ₀	9.7	Operating characteristics, 9.7.7 is made at the end of test sequence
	D ₁	9.14	Behaviour in the case of failure of the supply voltage
		9.16	Unwanted tripping
		9.9.2.3	Performance at $I_{\Delta m}$
		9.13	Residual current function by self test
		9.10	Resistance to mechanical shock and impact
		9.15	Non-operating current under overcurrent conditions
		9.27	Tests replacing verifications of creepage distances and clearances
		9.28	Verifications for single electronic components used in IC-CPDs
E		9.9.2.4 a)	Coordination at I_{nc}
		9.9.2.2	Performance at I_m
		IEC TS 62763:2013, Table 4 ^e	One test of the pilot function chosen at random
F		9.9.2.4 b)	Coordination at I_m
		9.9.2.4 c)	Coordination at $I_{\Delta c}$
		IEC TS 62763, Table 4 ^e	One test of the pilot function chosen at random

Test sequence	Clause or subclause	Test (or inspection)
G	9.35 9.17.1 IEC TS 62763:2013, Table 4 ^e	Low storage temperature test Reliability (climatic test) One test of the pilot function chosen at random
H ¹⁾	IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004, ^d Table 4 -T1.1 IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Table 4 -T1.2 IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Table 5 -T2.3	Harmonics, interharmonics Signalling voltage Conducted unidirectional transients of the ms and µs time scale
I	IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Table 5 -T2.1 ^c and T2.5 IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Table 5 -T2.2	Conducted oscillatory voltages or currents Conducted unidirectional transients of the ns time scale (burst)
J	IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD2:2005 ^d , Table 5 – T2.6 ^c IEC 61543:1995 and IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Table 6 -T3.1	Conducted common mode disturbances in the frequency range lower than 150 kHz Electrostatic discharges
K	9.30	Heat test under solar radiation
L	9.31	UV radiation
M	9.32	Damp and salt mist
N	9.34	Vehicle drive-over
O	IEC TS 62763:2013, Table 4 ^e 9.29	Control pilot function controller Chemical loads
P	9.36	Shock and vibration test
^a "General" consists of inspections and measurements contained in 8.1, 8.2 and 8.3. Individual tests of these subclauses may be performed at any convenient place within the test sequence A. ^b Applies to non-rewirable devices. ^c Use test levels as for 30 mA IC-CPDs . ^d Wherever in IEC 61543" PRCDs / SRCDs" are mentioned it should read as "IC-CPD". ^e IEC TS 62763:2013 will be reintroduced in the future edition 3 of IEC 61851-1. ^f For devices containing a continuously operating oscillator, the test of the CISPR 14 series shall be carried out on the samples prior to the tests of this sequence.		

A.3 Number of samples to be submitted for full test procedure

If only one type of IC-CPD of one current rating and one residual operating current rating is submitted for test, the number of samples to be submitted to the different test series is those 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 standard is met. If only the minimum numbers given in the third column

pass the tests, additional samples, as shown in the fourth column, shall be tested and all shall then satisfactorily complete the test sequence.

NOTE For the temperature-rise tests of 9.6 a specially prepared sample with the trip circuit disabled can be required.

Table A.2 – Number of samples to be submitted 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	–
B ^{d, e}	3	2	3
C ₁ ^k (9.9.3 and 9.8 only)	3	2	3
C ₂ ^f	3	2	3
C ₃ ^f	3	2	3
D ₀ ^{f, g, k}	3	2	3
D ₁ ^{h, l}	3	2	3
E ^{f, i, k, l}	3	2	3
F ^{f, i, k, l}	3	2	3
G	3	2	3
H ^{f, j, k}	3	2	3
I ^{f, j, k}	3	2	3
J ^{f, j, k}	3	2	3
K	3	2	3
L	3	2	3
M	3	2	3
N	3	2	3
O	3	2	3
P	3	2	3

^a In total, a maximum of three test sequences may be repeated.

^b It is assumed that a sample which has not passed a test has not met the requirements due to workmanship or assembly defects which are not representative of the design.

^c In the case of repeated tests, all tests shall be passed successfully.

^d A specially prepared sample with electronics not subject to the impulse is required.

^e For the temperature rise tests of the protective conductor, a specially prepared sample with the trip circuit disabled may be required.

^f If requested by the manufacturer, the tests shall be done on only one (or two) set(s) of samples.

^g An additional sample is required for the –25 °C test.

^h If dismantling for test purposes is necessary, one more sample may be necessary. In this case, the manufacturer shall supply samples which may be specially prepared.

ⁱ (A) new sample(s) may be used for the I_{nc} tests.

^j On request of the manufacturer the same set of samples may be subjected to more than one of these test sequences.

^k if an IC-CPD is classified to more than one classification of 4.1 an additional set of samples shall be submitted for each classification. The acceptance criteria apply as given.

^l For IC-CPD with a non-replaceable integral fuse a second set of samples is required see 9.9.2.1 f).

A.4 Number of samples to be submitted for simplified test procedures in case of submitting simultaneously a range of IC-CPDs of the same fundamental design

A.4.1 If a range of IC-CPDs of the same fundamental design, or additions to such a range of IC-CPDs, are submitted for conformity assessment, the number of samples to be tested may be reduced according to Table A.3.

NOTE For the purposes of Annex A, the same fundamental design comprises a series of rated currents (I_n) and a series of rated residual operating currents ($I_{\Delta n}$).

IC-CPDs can be considered to be of the same fundamental design if the conditions from a) to j) inclusive are satisfied.

- a) They have the same basic design, in particular:
 - fused IC-CPDs and non-fused IC-CPDs shall not occur together in the same range.
- b) The residual current operating means have identical tripping mechanisms and identical relays or solenoids except for the variations permitted in l) and m).
- c) The materials, finish and dimensions of the internal current-carrying parts are identical other than the variations detailed in k) below.
- d) The contact size, material, configuration and method of attachment are identical.
- e) The manual operating mechanism, materials and physical characteristics are identical.
- f) The moulding and insulating materials are identical.
- g) The method, materials and construction of the arc extinction device are identical.
- h) The basic design of the residual current sensing device is identical other than the variations permitted in l) and m) below.
- i) The basic design of the residual current tripping device is identical except for the variations permitted in m) below.
- j) The basic design of the test device, if any, is identical except for the variations permitted in n) below.

The following variations are permitted provided that the IC-CPDs comply in all other respects with the requirements detailed above.

- k) Cross-sectional area of the internal current-carrying connecting means.
- l) Number of turns and cross-sectional area of the windings and the size and material of the core of the differential transformer.
- m) The sensitivity of the relay and/or the associated electronic circuit, if any.

A.4.2 For IC-CPDs of the same fundamental design, having different current rating and rated residual current, the number of samples to be tested may be reduced according to Table A.3.

Table A.3 – Reduction of number of samples

Test sequence	Number of samples ^a	
A	1	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
B	3	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
C ₁	3	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
C ₂ or C ₃	3	of any rating I_n or $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
D ₀	1	for all other ratings of $I_{\Delta n}$
E	3	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
F	3 3 ^b	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$ min. rating I_n max. rating $I_{\Delta n}$
G	3	max. rating I_n min. rating $I_{\Delta n}$
H	3 ^c any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
I	3 ^c any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
J	3 ^c any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
K	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
L	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
M	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
N	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
O	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
P	3 any rating I_n , min. rating $I_{\Delta n}$	
a If a test is to be repeated according to the minimum performance criteria of Clause A.3, a new set of samples is used for the relevant test. In the repeated test, all test results shall be acceptable. b If only one value of $I_{\Delta n}$ is submitted, these sets of samples are not required. c Only the highest number of current paths.		

Annex B (normative)

Routine tests

In general, tests may have to be made to ensure that the IC-CPD conforms with the samples that withstood the tests of this standard, according to the experience gained by the manufacturer.

The choice of the proper tests is left to the manufacturer.

Annex C (normative)

Determination of clearances and creepage distances

C.1 Overview

In determining clearances and creepage distances, it is recommended that the following points should be considered.

C.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.

C.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.

C.4 Creepage distances split by a floating conductive part

A creepage distance may be split into several parts, made with insulation material having the same CTI, and including or separated by floating conductors as long as the sum of the distances across each individual part is equal to or greater than the creepage distance required if the floating part did not exist.

The minimum distance X for each individual part of the creepage distance is given in 6.2 (see also Example 11) of IEC 60664-1:2007.

C.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.

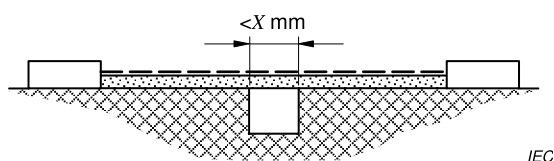
The methods of measuring creepage distances and clearances are indicated in the following Examples 1 to 11. These cases do not differentiate between gaps and grooves or between types of insulation.

The following assumptions are made:

- any recess is assumed to be bridged with an insulating link having a length equal to the specified width X and being placed in the most unfavourable position (see Example 3);
- 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.

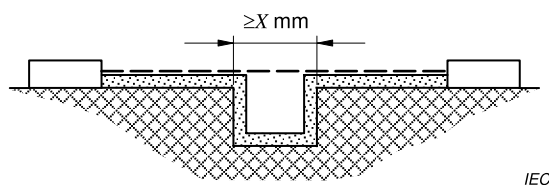
– Example 1



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.

— — — — — 1 clearance 2 creepage distance

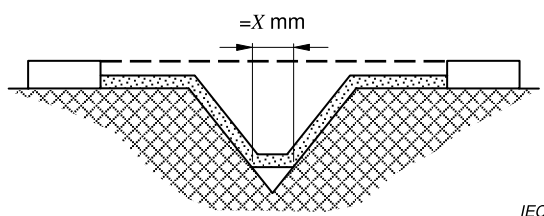
– Example 2



Condition: Path under consideration includes a parallel-sided groove of any depth and equal to or more than X mm.
Rule: Clearance is the 'line of sight' distance. Creepage path follows the contour of the groove.

— — — — — 1 clearance 2 creepage distance

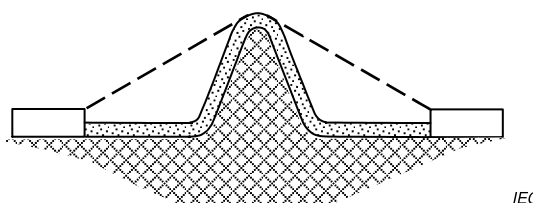
– Example 3



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.

— — — — — 1 clearance 2 creepage distance

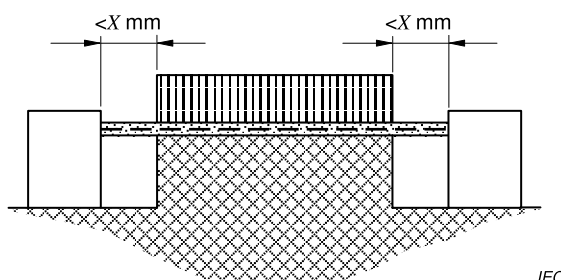
– Example 4



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.

— — — — — 1 clearance 2 creepage distance

- Example 5

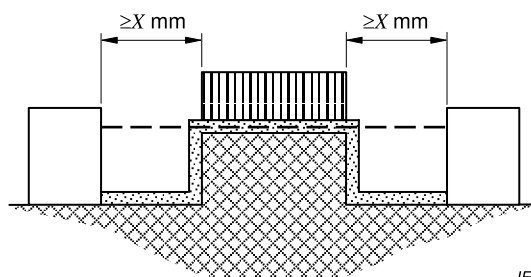


IEC

Condition: Path under consideration includes an uncemented joint with groove less than X mm wide on each side.
 Rule: Creepage and clearance path is the 'line of sight' distance shown.

— — — — 1 clearance 2 creepage distance

- Example 6



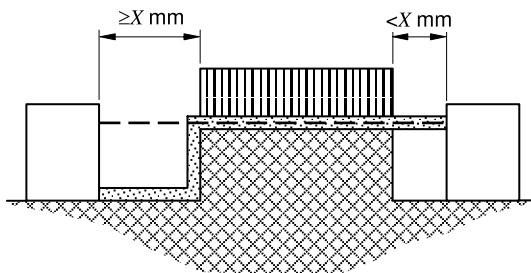
IEC

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.

— — — — 1 clearance 2 creepage distance

- Example 7



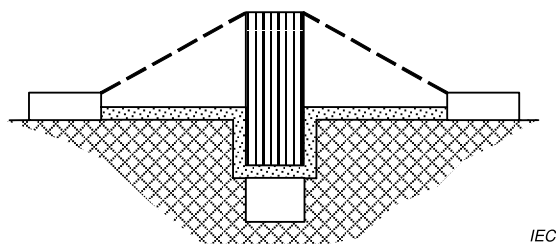
IEC

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.

— — — — 1 clearance 2 creepage distance

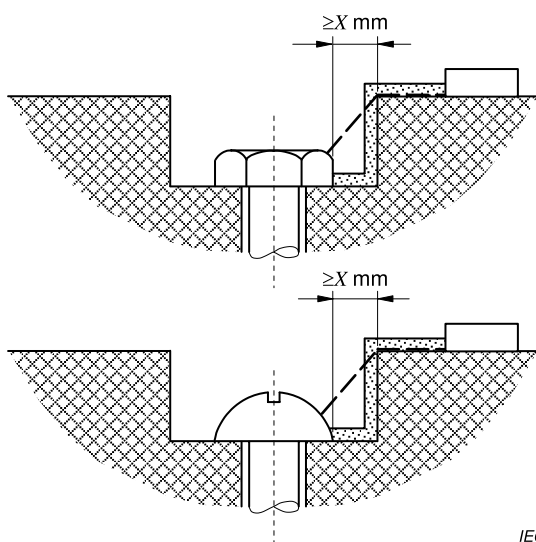
– Example 8



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.

— — — — 1 clearance  2 creepage distance

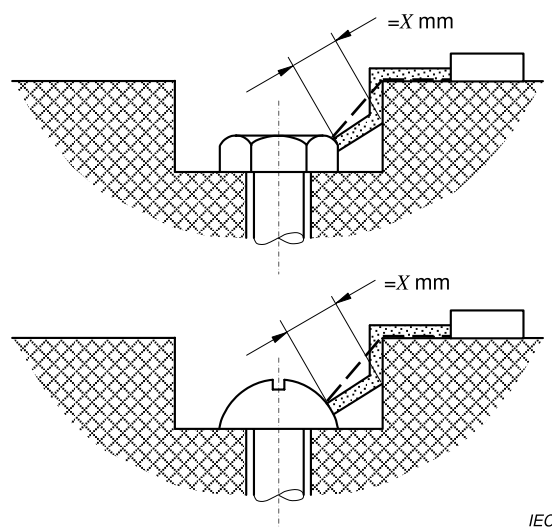
– Example 9



Gap between head of screw and wall of recess wide enough to be taken into account.

— — — — 1 clearance  2 creepage distance

- Example 10

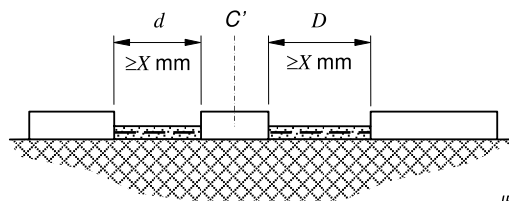


IEC

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.

— — — — 1 clearance  2 creepage distance

- Example 11



IEC

Clearance is the distance $d + D$
Creepage distance is also $d + D$
 C' Floating part

— — — — 1 clearance  2 creepage distance

Annex D (informative)

Switched-protective conductor application

D.1 Explanation of switched-protective conductor (SPE) function and application

IC-CPDs for special use are covered by this standard. IC-CPDs classified according to 3.3.3.11, 3.3.3.12 and 3.3.3.13 have a switched protective earth (SPE) and offer additional protection against certain hazardous situations.

PRCDs for household and similar use are covered by IEC 61540.

For mode 2 power supply of EVs according to IEC 61851-1 an IC-CPD offers supplementary protection where the correct wiring of the supply or the existence of an operating RCD with a rated operating residual current not exceeding 0,03 A upstream has not been verified.

The SPE ensures that if the protective conductor is live the SPE unit cannot be closed at all or disconnects in case of a residual current. If the protective conductor is not switched then a live protective conductor could remain connected to the exposed metal of class I equipment. A person contacting a live protective conductor will remain connected.

The protective conductor circuit of an IC-CPD should be of high integrity. Tests of the protective conductor circuit for temperature rise and short-circuit withstand are included to ensure this high integrity.

IEC 60364 requires that the installation protective conductor cannot be switched. This ensures that class 1 equipment is always connected to the protective conductor and hence earthed when in use. The opening of the protective conductor to class I equipment supplied by a plug occurs every time the plug is removed. The IC-CPD also has the protective conductor circuit open before plugging in. The line and neutral contacts are linked to the protective conductor contact and cannot close unless the protective conductor contact also closes. When plugging in to the supply, if the supply conditions allow the IC-CPD to close, then the protective conductor, line and neutral contacts all close substantially together. The integrity of the protective conductor to class I equipment, when supplied from an IC-CPD, is the same as when supplied from a PRCD of the IEC 61540 type, or from a normal plug. Therefore class I equipment supplied by the IC-CPD has the protective conductor connected and hence earthed when in use.

Table 14 and Table 15 give the tests required for the SPE units. These include tests for a hazardous live protective conductor (with variations of L and N supply), and open circuit N and an open circuit protective conductor.

In some countries a reversal of the supply polarity of L and N is regarded as hazardous if the L is not switched correctly. An open circuit earth is regarded as a loss of fundamental protection for class I equipment. A loss of the neutral supply may also be considered a hazard and is covered by the IC-CPD functional tests.

A hazardous live protective conductor is defined in 3.3.3.18 of this standard. This can be caused by incorrect supply if miswiring of the socket outlet occurs.

Examples of some common hazardous situations are included in the Figure D.1 and Figure D.2.

The outcome of the tests ensures that the IC-CPD provides additional protection against miswiring faults and that the residual current function is not impaired for a residual current flow from any conductor that is live.

The IC-CPD may detect a live protective conductor but in some cases (such as NLL) closure may occur. In such a rare case, it is imperative that the IC-CPD still operates on a residual current. A consequence is that the protective conductor may pass through the toroid. The outcome is also that when a current from an external source flows only in the protective conductor then the SPE unit may operate. This is regarded as an acceptable result. Acceptance of the protective conductor through the sensing toroid solved many of the difficulties in recognizing certain faults and provides the IC-CPD the ability to recognize unsafe residual currents on all live conductors.

Consideration has been given in evaluating the risk of a current from external source flowing alone in the protective conductor circuit. For applications covered by this standard it is seen to be unlikely and a smaller risk.

D.2 Examples of incorrect supply wiring

Provided above each diagram in abbreviated form are the conclusions after analysing the effect of the miswired configurations.

According to the following legend (obvious indicators such as open N and open protective conductor are omitted):

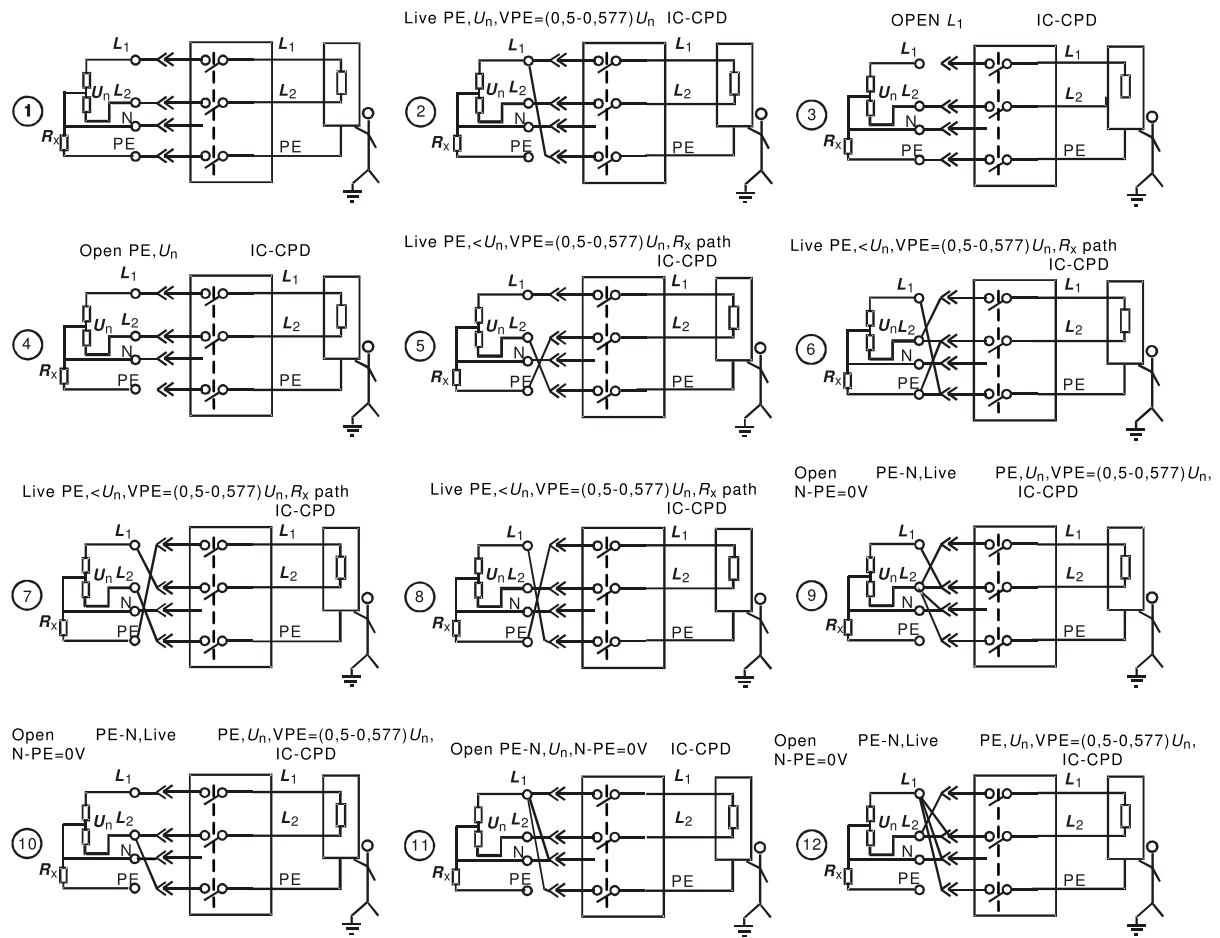
- a) $< U_e$: = reduced IC-CPD supply voltage.
- b) For LLSE subject to a supply configuration typically 0,5 for single phase, 0,577 for two-phase: U_e (0,5 or 0,577).
- c) For LNSE subject to the R_x path: ratio between the load impedance (R_L) and the earth loop return impedance (R_x): $U_e (R_L / (R_L + R_x))$.

NOTE For example, considering the value of $R_x = 200 \Omega$ for the reversal of the neutral and the protective conductor, with a load current of 15 A, almost all the supply voltage to the IC-CPD would be lost. The test of 9.14 covers this situation.

R_x path: (for TT systems) = earth loop impedance (R_x) in series with load impedance.

N – PE = 0 V: = neutral (N) and protective conductor (PE) connected together.

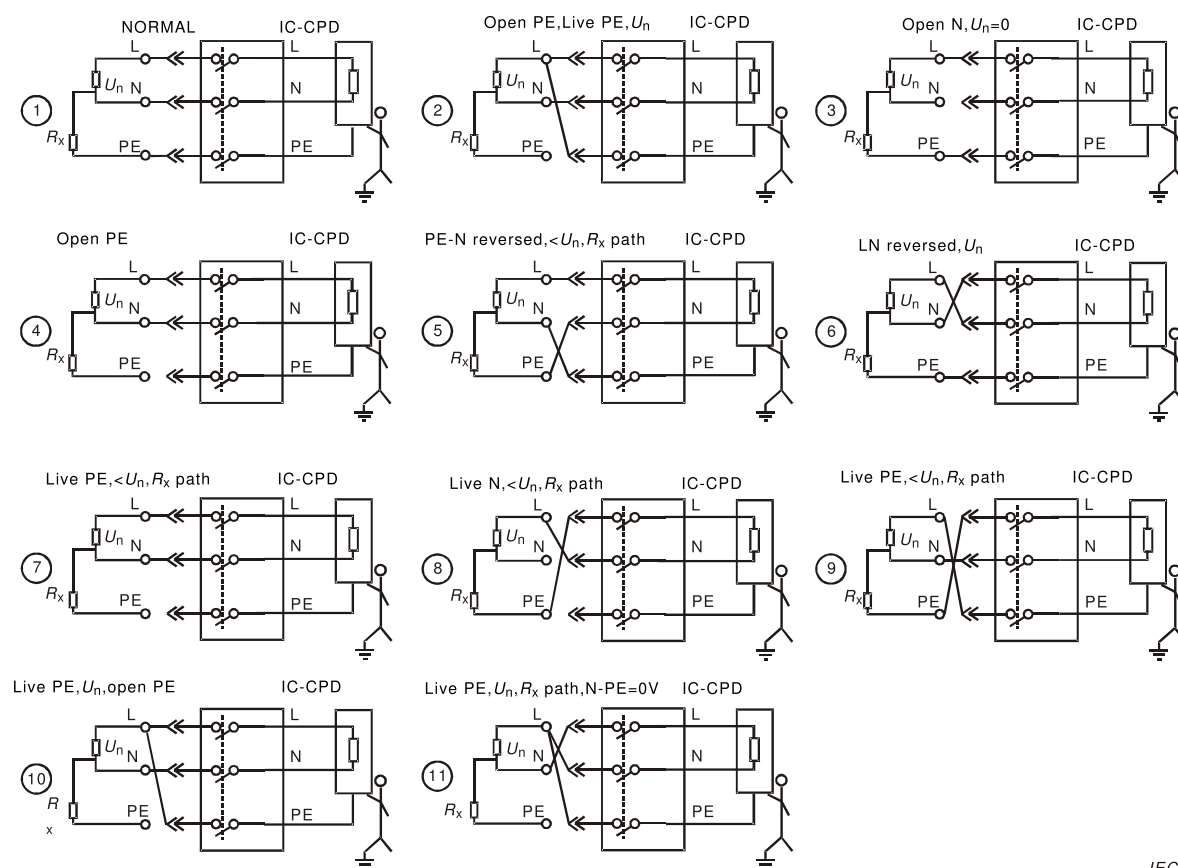
Live protective conductor: the protective conductor is connected to a live supply conductor.



IEC

NOTE R_x (200 Ω max.) is illustrated for TT systems.

Figure D.1 – Examples of incorrect supply wirings for LLSE types

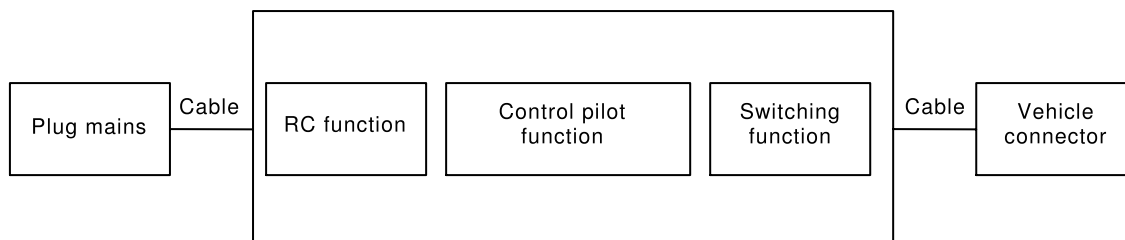


NOTE R_x (200 Ω max.) is illustrated for TT systems.

Figure D.2 – Examples of incorrect supply wirings for LNSE types

Annex E (informative)

Example of IC-CPD for mode 2 charging



IEC

Figure E.1 – Example for IC-CPD showing the different parts and functions

Annex F (informative)

Types of IC-CPD according to construction and assembly

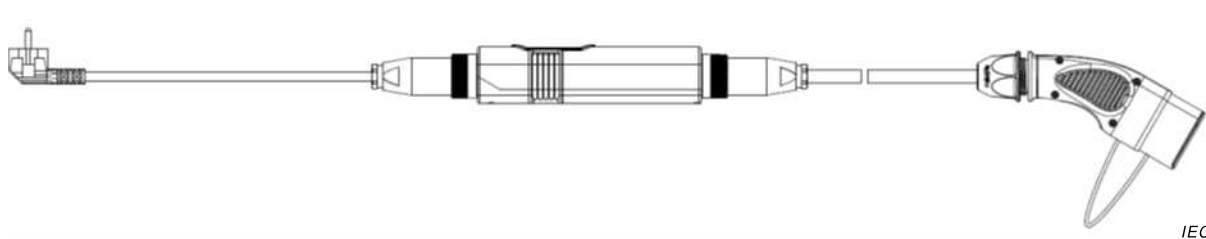


Figure F.1 – Example of IC-CPD including function box, cables, plug and connector according to 4.2.2



Figure F.2 – Example of plug integrated function box according to 4.2.3

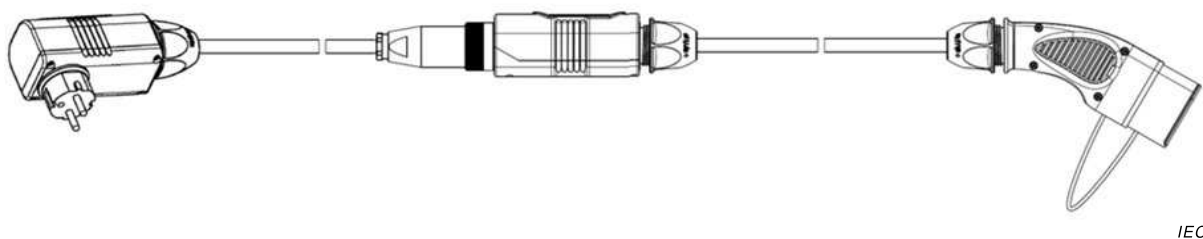


Figure F.3 – Example of modular IC-CPD according to 4.2.4a)



Figure F.4 – Example of modular IC-CPD according to 4.2.4b)

Annex G (informative)

Methods for determination of short-circuit power factor

G.1 Overview

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 G.

G.2 Method I – Determination from d.c. components

The angle φ may be determined from the curve of the d.c. component of the asymmetrical current wave between the instant of the short-circuit and the instant of contact separation.

The formula for the d.c. component is

$$I_d = I_{do} \times e^{-Rt/L}$$

where

I_d is the value of d.c. components at the instant t ;

I_{do} is the value of the d.c. component at the instant taken as time origin;

L/R is the time-constant of the circuit, in (s);

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:

- 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;
- determine the value of $e^{-Rt/L}$ by dividing I_d by I_{do} ;
- from a table of values of e^{-x} determine the value of $-x$ corresponding to the ratio of I_d / I_{do} ;
- the value x represents Rt/L from which L/R is obtained.

Determine the angle from:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

where ω is 2π times the actual frequency.

This method should not be used when the currents are measured by current transformers.

G.3 Method II – Determination with pilot generator

When a pilot generator is used on the same shaft as the test generator, the voltage of the pilot generator on the oscillogram may be compared in phase first with the voltage of the test generator and then with the current of the test generator.

The difference between the phase angles between the pilot generator voltage and the main generator voltage on the one hand, and the pilot generator voltage and test generator current

on the other hand, gives the phase angle between the voltage and current of the test generator from which the power factor can be determined.

Bibliography

IEC 60050-441:1984, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses*

IEC 60050-604:1987, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*
IEC 60050-604:1987/AMD 1:1998

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

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

IEC 60364-7-722, *Low-voltage electrical installations – Part 7-722: Requirements for special installations or locations – Supplies for electric vehicles*

IEC TR 60755:2008, *General requirements for residual current operated protective devices*

IEC 60999-1:1999, *Connecting devices – Electrical copper conductors – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units – Part 1: General requirements and particular requirements for clamping units for conductors from 0,2 mm² up to 35 mm² (included)*

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

IEC 60479 (all parts), *Effects of current on human beings and livestock*

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

IEC 62335:2008, *Circuit breakers – Switched protective earth portable residual current devices for class I and battery powered vehicle applications*

IEC 62423:2009, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

IEC Guide 117, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces*

ISO 16750-3:2012, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 3: Mechanical loads*

ISO 16750-4:2010, *Road vehicles – Environmental conditions and testing for electrical and electronic equipment – Part 4: Climatic loads*

ASTM D785-08, *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	171
INTRODUCTION.....	173
1 Domaine d'application.....	174
2 Références normatives	175
3 Termes et définitions	178
3.1 Termes et définitions relatives aux fiches et socles de prises de courant.....	178
3.2 Termes et définitions relatives aux bornes	179
3.3 Termes et définitions relatives aux fonctions de courant résiduel.....	180
3.3.1 Termes et définitions relatives aux courants circulant entre les parties actives et la terre	180
3.3.2 Termes et définitions relatives à l'alimentation de la fonction de courant différentiel résiduel	181
3.3.3 Termes et définitions relatives au fonctionnement et aux fonctions de l'IC-CPD	181
3.3.4 Termes et définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation	184
3.3.5 Termes et définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence.....	185
3.3.6 Conditions de manœuvre	186
3.3.7 Termes et définitions relatives aux fonctions de commande entre véhicules électriques et IC-CPD	186
3.4 Termes et définitions relatives aux essais.....	187
3.5 Termes et définitions relatives à la construction.....	187
4 Classification.....	187
4.1 Selon l'alimentation	187
4.1.1 Généralités	187
4.1.2 IC-CPD alimenté à partir d'une phase et d'un neutre (LNSE ou LNE).....	187
4.1.3 IC-CPD alimenté à partir de deux phases (LLSE ou LLE)	188
4.1.4 IC-CPD alimenté à partir de trois phases et d'un neutre (LLLNSE ou LLLNE)	188
4.2 Selon la construction.....	188
4.2.1 Généralités	188
4.2.2 IC-CPD comprenant le boîtier de fonctions séparé de la fiche et de la prise mobile	188
4.2.3 IC-CPD avec boîtier de fonctions intégré dans la fiche	188
4.2.4 IC-CPD modulaire	188
4.3 Selon la méthode de connexion du ou des câbles	188
4.3.1 Généralités	188
4.3.2 IC-CPD non démontables.....	188
4.3.3 IC-CPD câblés par le fabricant	189
4.3.4 IC-CPD enfichable	189
4.4 Classification selon la voie de courant du conducteur de protection.....	189
4.4.1 Généralités	189
4.4.2 IC-CPD munis d'un conducteur de protection commuté	189
4.4.3 IC-CPD munis d'un conducteur de protection non commuté	189
4.5 Classification selon le comportement en cas de conducteur de protection ouvert	189
4.5.1 Généralités	189

4.5.2	IC-CPD avec vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont	189
4.5.3	IC-CPD sans vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont	190
5	Caractéristiques des IC-CPD	190
5.1	Énumération des caractéristiques	190
5.2	Valeurs assignées et autres caractéristiques	190
5.2.1	Tensions assignées	190
5.2.2	Courant assigné (I_n)	191
5.2.3	Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	191
5.2.4	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	191
5.2.5	Fréquence assignée	191
5.2.6	Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	191
5.2.7	Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	191
5.2.8	Caractéristiques d'exploitation en cas de courants différentiels résiduels comprenant une composante continue	191
5.2.9	Coordination de l'isolement, y compris les lignes de fuite et distances dans l'air	191
5.2.10	Coordination avec les appareils de protection contre les courts-circuits (DPCC)	192
5.3	Valeurs normalisées et préférentielles	192
5.3.1	Valeurs préférentielles de tension d'emploi assignée (U_e)	192
5.3.2	Valeurs préférentielles de courant assigné (I_n)	192
5.3.3	Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)	193
5.3.4	Valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)	193
5.3.5	Valeur normalisée minimale de la surintensité de non-fonctionnement à travers l'IC-CPD	193
5.3.6	Valeurs préférentielles de fréquence assignée	193
5.3.7	Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)	193
5.3.8	Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)	193
5.3.9	Valeur normalisée du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})	193
5.3.10	Valeur normalisée du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)	193
5.3.11	Valeurs limites du temps d'exploitation	193
6	Marquage et autres indications sur le produit	194
6.1	Marquages à effectuer sur l'IC-CPD	194
6.2	Informations à fournir à l'attention de l'utilisateur final	196
7	Conditions normales d'exploitation en service et d'installation	197
7.1	Conditions normales	197
7.2	Conditions d'installation	198
8	Exigences de construction et d'exploitation	198
8.1	Réalisation mécanique	198
8.2	Connexions électriques enfichables d'IC-CPD enfichables conformes à la classification donnée en 4.3.4	200
8.2.1	Généralités	200
8.2.2	Degré de protection de la connexion électrique enfichable contre l'intrusion d'objets étrangers solides et d'eau, pour un IC-CPD enfichable	200

8.2.3	Pouvoir de coupure de la connexion électrique enfichable d'IC-CPD enfichable	200
8.2.4	Exigences supplémentaires	201
8.3	Construction	201
8.3.1	Généralités	201
8.3.2	Terminaisons des IC-CPD	202
8.3.3	Enveloppe des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3	202
8.3.4	Vis ou écrous de bornes d'IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3	202
8.3.5	Contraintes sur les conducteurs des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3	203
8.3.6	Exigences supplémentaires applicables aux IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3	203
8.3.7	Parties isolantes maintenant en place les parties sous tension	203
8.3.8	Vis pour IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3	203
8.3.9	Moyens de suspension sur un mur ou d'autres surfaces de montage	203
8.3.10	Fiche faisant partie intégrante d'un matériel enfichable	203
8.3.11	Câbles et cordons souples et leur raccordement	204
8.4	Performances électriques	205
8.4.1	Circuit du conducteur de protection	205
8.4.2	Mécanisme de contact	205
8.4.3	Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (voir l'Annexe C)	206
8.5	Protection contre les chocs électriques	208
8.5.1	Généralités	208
8.5.2	Exigences relatives aux fiches, qu'elles soient incorporées ou non dans des éléments complets	209
8.5.3	Degré de protection du boîtier de fonctions	209
8.5.4	Exigences relatives aux prises mobiles de véhicule	209
8.6	Propriétés diélectriques	210
8.7	Echauffements	210
8.8	Caractéristiques d'exploitation	210
8.8.1	Généralités	210
8.8.2	Caractéristiques d'exploitation pour une connexion sûre	210
8.8.3	Caractéristiques d'exploitation avec courants différentiels alternatifs et courants différentiels ayant une composante continue	211
8.8.4	Caractéristiques d'exploitation avec courant résiduel continu lissé	211
8.8.5	Comportement de l'IC-CPD après un déclenchement dû à un courant différentiel	211
8.8.6	Courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé	211
8.8.7	Courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé	211
8.9	Endurance mécanique et électrique	212
8.10	Tenue aux courants de courts-circuits	212
8.11	Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	212
8.12	Résistance à la chaleur	212
8.13	Résistance à la chaleur anormale et au feu	212
8.14	Performance de la fonction d'essai	212
8.15	Comportement en cas de perte de la tension d'alimentation	213
8.16	Tenue des IC-CPD aux déclenchements indésirables dus aux ondes de courant à la terre résultant de tensions de choc	213

8.17	Contrôleur de fonction pilote de commande	214
8.18	Fiabilité.....	214
8.19	Résistance aux courants de cheminement	214
8.20	Compatibilité électromagnétique (CEM)	214
8.21	Comportement de l'IC-CPD à une température de l'air ambiant faible	214
8.22	Fonctionnement dans des conditions de défaut d'alimentation et de conducteur de protection sous tension, donc dangereux.....	214
8.23	Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal	214
8.24	Comportement dans des conditions environnementales spécifiques	215
8.25	Résistance aux vibrations et aux chocs	215
9	Essais	215
9.1	Généralités	215
9.1.1	Ouverture et fermeture des contacts.....	215
9.1.2	Essais de type	215
9.1.3	Séquences d'essai	216
9.1.4	Essais individuels de série	217
9.2	Conditions d'essai.....	217
9.3	Essai d'indélébilité du marquage	217
9.4	Vérification de la protection contre les chocs électriques.....	218
9.5	Essai des propriétés diélectriques	218
9.5.1	Résistance à l'humidité	218
9.5.2	Résistance d'isolement du circuit principal.....	219
9.5.3	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	220
9.5.4	Circuit secondaire des transformateurs de détection	220
9.5.5	Vérification des tensions de tenue aux chocs (au travers des lignes de fuite et au travers d'une isolation solide) et du courant de fuite au travers de contacts ouverts	220
9.6	Essai d'échauffement	224
9.6.1	Conditions d'essai.....	224
9.6.2	Procédure d'essai	224
9.6.3	Mesure de l'échauffement des différentes parties.....	224
9.6.4	Echauffement d'une partie.....	224
9.7	Vérification de la caractéristique d'exploitation.....	224
9.7.1	Généralités	224
9.7.2	Circuit d'essai	225
9.7.3	Essais de courants résiduels alternatifs sinusoïdaux.....	225
9.7.4	Vérification du fonctionnement correct aux courants différentiels avec composante continue	228
9.7.5	Vérification du comportement en cas de courant différentiel résiduel composé.....	229
9.7.6	Vérification du fonctionnement correct en cas de courant résiduel continu lissé.....	231
9.7.7	Essais de câblage incorrect et de défaillance de l'alimentation.....	231
9.7.8	Vérification du comportement des contacts du conducteur de protection.....	235
9.7.9	Vérification de la connexion du conducteur de protection sur le véhicule électrique.....	236
9.7.10	Vérification du courant permanent dans la connexion du conducteur de protection en service normal	236

9.7.11	Vérification du fonctionnement correct en cas de courants résiduels continus qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphasé.....	237
9.7.12	Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en triphasé	237
9.8	Vérification de l'endurance mécanique et électrique	238
9.8.1	Endurance de la fiche et de la partie prise mobile de véhicule.....	238
9.8.2	Endurance de la fonction de courant différentiel résiduel de l'IC-CPD.....	238
9.9	Vérification du comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité	240
9.9.1	Liste des essais de surintensité.....	240
9.9.2	Essais de court-circuit.....	240
9.9.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de la fiche de l'IC-CPD	246
9.10	Vérification de la résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	246
9.10.1	Généralités	246
9.10.2	Essai de chute	246
9.10.3	Essai pour les presse-étoupes à vis des IC-CPD	247
9.10.4	Essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de câbles.....	247
9.11	Essai de résistance à la chaleur	248
9.11.1	Généralités	248
9.11.2	Essai de température en enceinte thermique	248
9.11.3	Essai de pression à la bille des matériaux isolants nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant.....	248
9.11.4	Essai de pression à la bille des matériaux isolants non nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant.....	249
9.12	Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu.....	249
9.13	Vérification de l'auto-essai.....	250
9.14	Vérification du comportement des IC-CPD en cas de perte de la tension d'alimentation.....	250
9.14.1	Vérification du fonctionnement correct à la tension de fonctionnement minimale (U_X)	250
9.14.2	Vérification de l'ouverture automatique en cas de perte de la tension d'alimentation	251
9.14.3	Vérification de la fonction de refermeture.....	251
9.15	Vérification des valeurs limites du courant de non-fonctionnement en cas de surintensité	251
9.16	Vérification de la tenue aux déclenchements indésirables dus aux ondes de courant à la terre résultant d'ondes de choc.....	252
9.17	Vérification de la fiabilité	252
9.17.1	Essai climatique.....	252
9.17.2	Essai à la température de 45 °C	254
9.18	Résistance au vieillissement.....	254
9.19	Résistance aux courants de cheminement	255
9.20	Essai sur les broches pourvues de gaines isolantes.....	255
9.21	Essai de résistance mécanique des broches non massives des fiches.....	256
9.22	Vérification des effets d'une contrainte sur les conducteurs.....	256
9.23	Vérification du couple exercé par les IC-CPD sur les socles fixes.....	256
9.24	Essais des arrêts de câble	256
9.25	Essai de flexion des IC-CPD non démontables.....	257
9.26	Vérification de la compatibilité électromagnétique (CEM)	258

9.27	Essais remplaçant les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement	259
9.27.1	Généralités	259
9.27.2	Conditions anormales.....	259
9.27.3	Echauffement résultant de conditions de défaut	259
9.28	Vérifications pour les composants électroniques unitaires utilisés dans les IC-CPD	260
9.28.1	Généralités	260
9.28.2	Condensateurs.....	260
9.28.3	Résistances et bobines d'inductance	260
9.29	Contraintes chimiques	262
9.30	Essai thermique sous rayonnement solaire	262
9.31	Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)	262
9.32	Essai de vapeur et de brouillard salin pour les environnements marins et côtiers	263
9.32.1	Essai pour parties métalliques internes.....	263
9.32.2	Essai uniquement pour parties métalliques externes	263
9.32.3	Critères d'essai	263
9.33	Essai de vapeur chaude pour les environnements tropicaux	263
9.34	Essai d'écrasement par les véhicules	264
9.34.1	Généralités	264
9.34.2	Essai avec une force d'écrasement de 5 000 N	264
9.34.3	Essai avec une force d'écrasement de 11 000 N	264
9.34.4	Performances après les essais	264
9.35	Essai de basse température de stockage	265
9.36	Essai de vibrations et chocs	265
Annexe A (normative)	Séquences d'essai et nombre d'échantillons à soumettre à essai en vue de la vérification de la conformité à la présente Norme	307
A.1	Vérification de la conformité	307
A.2	Séquences d'essai	307
A.3	Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	309
A.4	Nombre d'échantillons à soumettre à une procédure d'essai simplifiée en cas de présentation simultanée d'une série d'IC-CPD de même conception de base.....	311
Annexe B (normative)	Essais individuels de série	313
Annexe C (normative)	Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite	314
C.1	Vue d'ensemble	314
C.2	Orientation et position d'une ligne de fuite	314
C.3	Lignes de fuite lorsque plusieurs matériaux sont utilisés	314
C.4	Lignes de fuite coupées par une partie conductrice flottante.....	314
C.5	Mesures des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air	314
Annexe D (informative)	Application avec conducteur de protection commuté	319
D.1	Explications relatives à la fonction et à l'application «conducteur de protection commuté» (PES)	319
D.2	Exemples de câblages d'alimentation incorrects.....	320
Annexe E (informative)	Exemple d'IC-CPD pour la charge en mode 2	323
Annexe F (informative)	Types d'IC-CPD du point de vue de la construction et de l'assemblage	324
Annexe G (informative)	Méthodes de détermination du facteur de puissance en court-circuit	325

G.1	Présentation	325
G.2	Méthode I – Détermination à partir des composantes continues.....	325
G.3	Méthode II – Détermination avec un générateur pilote.....	325
Bibliographie		327
Figure 1 – Caractéristiques souhaitées pour maintenir le même niveau de protection sur la plage de fréquence.....		225
Figure 2 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique d'exploitation (9.7.3), de l'essai d'endurance (9.8.2) et de la tension réduite d'alimentation (9.14.1).....		267
Figure 3 – Circuit d'essai pour la vérification en cas de branchement sur des systèmes d'alimentation incorrects (9.7.7.4)		270
Figure 4 – Vérification du fonctionnement correct pour PE sous tension, donc dangereux (voir Tableau 14 et Tableau 15)		273
Figure 5 – Vérification de l'échauffement du conducteur de protection		274
Figure 6 – Vérification du neutre ouvert pour les types LNSE et de la phase ouverte pour les types LLSE.....		275
Figure 7 – Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal		276
Figure 8 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de coupure et de fermeture et la coordination en court-circuit avec un DPCC (voir 9.9.2)		280
Figure 9 – Fil d'essai normalisé de 1,0 mm.....		280
Figure 10 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés (voir 9.7.4)		282
Figure 11 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé (voir 9.7.4.3).....		284
Figure 12 – Vérification du conducteur de protection ouvert (voir 9.7.7.5).....		286
Figure 13 – Configuration de l'essai de compression pour la vérification de la protection contre les chocs électriques		287
Figure 14 – Appareil pour l'essai à la bille		287
Figure 15 – Circuit d'essai pour IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.1.3 pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphasé.....		288
Figure 16 – Circuit d'essai pour IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.1.4 pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en triphasé.....		289
Figure 17 – Appareil pour essai de la fixation du câble		290
Figure 18 – Appareil pour l'essai de flexion		291
Figure 19 – Disposition pour l'essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de câbles (9.10.4).....		292
Figure 20 – Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité (9.17.1.4).....		293
Figure 21 – Cycle d'essai de fiabilité (9.17.1.4)		294
Figure 22 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du vieillissement des composants électroniques (9.18).....		295
Figure 23 – Onde de courant sinusoïdale fortement amortie 0,5 µs/100 kHz.....		296
Figure 24 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la tenue aux déclenchements indésirables		296
Figure 25 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension (voir 9.27.3 a)).....		297

Figure 26 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement (voir 9.27.3 a))	298
Figure 27 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température	299
Figure 28 – Circuit d'essai pour la vérification de la connexion du conducteur de protection au VE, selon 9.7.9	300
Figure 29 – Vérification du fonctionnement correct en cas de courant résiduel continu lissé, selon 9.7.6.....	301
Figure 30 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants résiduels alternatifs sinusoïdaux formés de composantes de fréquences multiples	302
Figure 31 – Circuit d'essai pour l'essai d'endurance selon 9.8.....	304
Figure 32 – Utilisation de l'IC-CPD	304
Figure 33 – Forme d'onde informative du courant d'appel pour les essais selon 9.8.2.....	305
Figure 34 – Doigt d'épreuve	306
Figure D.1 – Exemples de câblages d'alimentation incorrects pour les types LLSE.....	321
Figure D.2 – Exemples de câblages d'alimentation incorrects pour les types LNSE	322
Figure E.1 – Exemple d'IC-CPD montrant les différentes parties et fonctions.....	323
Figure F.1 – Exemple d'IC-CPD avec boîtier de fonctions, câbles, fiche et prise mobile, conformément à 4.2.2	324
Figure F.2 – Exemple de boîtier de fonctions intégré à la fiche, conformément à 4.2.3	324
Figure F.3 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément à 4.2.4a)	324
Figure F.4 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément à 4.2.4b)	324
 Tableau 1 – Valeurs préférentielles du courant assigné et valeurs préférentielles des tensions assignées correspondantes	192
Tableau 2 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants différentiels alternatifs à la fréquence assignée	194
Tableau 3 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants résiduels continus lissés.....	194
Tableau 4 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphasé ou en triphasé.....	194
Tableau 5 – Conditions normales d'exploitation en service.....	198
Tableau 6 – Section transversale minimale d'un câble ou cordon souple	204
Tableau 7 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales (tension assignée 230 V, 230/400 V).....	207
Tableau 8 – Valeur des échauffements.....	210
Tableau 9 – Liste des essais de type.....	216
Tableau 10 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs.....	222
Tableau 11 – Plages des valeurs du courant de déclenchement pour les IC-CPD en cas de courant continu pulsé.....	228
Tableau 12 – Différentes valeurs des composantes de fréquences des courants d'essai et valeurs de courant de démarrage (I_{Δ}) pour vérifier le fonctionnement en cas d'augmentation régulière du courant différentiel.....	230
Tableau 13 – Plages des courants de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composé.....	230
Tableau 14 – Connexions pour essai en cas de défaut d'alimentation et conducteur de protection (PE) sous tension, donc dangereux, avec référence aux connexions correctes d'alimentation pour types LNSE/LNE et LLSE/LLE	232

Tableau 15 – Connexions pour essai en cas de défaut d'alimentation et conducteur de protection (PE) sous tension, donc dangereux, avec référence aux connexions correctes d'alimentation pour types LLLNSE/LLNE	233
Tableau 16 – Essais de vérification du comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité	240
Tableau 17 – Valeurs minimales de I_{ct} et I_p	241
Tableau 18 – Liste des essais de résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	246
Tableau 19 – Couple appliqué à la clé pour l'essai	247
Tableau 20 – Essais déjà couverts par la présente Norme pour la CEM	258
Tableau 21 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales	261
Tableau 22 – Valeur de densité spectrale de puissance (DSP) en fonction de la fréquence pour l'essai de vibrations	265
Tableau A.1 – Séquences d'essai	308
Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	310
Tableau A.3 – Réduction du nombre d'échantillons	312

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREIL DE CONTRÔLE ET DE PROTECTION INTÉGRÉ AU CÂBLE POUR LA CHARGE EN MODE 2 DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES (IC-CPD)

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, Publicly Available Specification) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de l'IEC»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque Comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent qu'ils sont en possession de la dernière édition de la présente 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 la présente 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 la présente 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 62752 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 la présente Norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
23E/919FDIS	23E/938/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de la présente Norme.

La présente publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Dans la présente Norme, les caractères suivants sont employés:

- Exigences proprement dites, caractères romains;
- *Spécifications d'essai, caractères italiques;*
- NOTES, petits caractères romains.

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

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

NOTE L'attention des Comités Nationaux est attirée sur le fait que les fabricants d'appareils et les organismes d'essai peuvent avoir besoin d'une période transitoire après la publication d'une nouvelle publication IEC, ou d'une publication amendée ou révisée, pour fabriquer des produits conformes aux nouvelles exigences et pour adapter leurs équipements aux nouveaux essais ou aux essais révisés.

Les nouvelles exigences spécifiques pour les IC-CPD sont fournies par rapport à l'IEC 61851-1:2010, Article 11, qui s'appliquait aux IC-CPD avant la mise à disposition de la présente norme.

Le comité recommande que le contenu des paragraphes 5.1, 6.1 et 8.8.4 de cette publication, tel qu'indiqué, soit entériné au niveau national à la fin de la période de transition, qui est le 31-12-2017.

INTRODUCTION

La présente Norme traite essentiellement de l'accès sûr et fiable des véhicules électriques à un système d'alimentation. La définition de la charge en mode 2 des véhicules électriques est donnée dans l'IEC 61851-1.

Une protection de base et/ou une protection contre les défauts est fournie pour protéger tous les modes de charge contre les chocs électriques en cas de panne, au moins par DDR de type A (voir l'IEC 60364-7-722 et l'IEC 61851-1).

Pour la charge en mode 2, y compris lorsqu'on ne peut pas garantir que l'installation est équipée de DDR, par exemple lorsqu'il s'agit de charger le véhicule électrique sur une installation inconnue, le véhicule électrique connecté utilise une protection dédiée. La présente Norme a pour but de décrire les exigences applicables à l'utilisation d'un appareil de contrôle et de protection intégré au câble (IC-CPD) pour la charge en mode 2.

L'IC-CPD n'est pas un appareil de protection destiné à être utilisé dans des installations fixes.

APPAREIL DE CONTRÔLE ET DE PROTECTION INTÉGRÉ AU CÂBLE POUR LA CHARGE EN MODE 2 DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES (IC-CPD)

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux appareils de contrôle et de protection intégrés au câble (IC-CPD)¹ pour la charge en mode 2 des véhicules électriques, qui seront désignés IC-CPD par la suite, y compris les fonctions de commande et de sécurité.

La présente Norme s'applique aux appareils mobiles qui remplissent à la fois les fonctions de détection du courant résiduel, de comparaison de la valeur de ce courant à une valeur d'exploitation différentielle et d'ouverture du circuit protégé quand le courant différentiel résiduel dépasse cette valeur.

L'IC-CPD satisfaisant à la présente Norme

- est doté d'un contrôleur de fonction pilote de commande, conformément à l'IEC TS 62763;
- contrôle les conditions d'alimentation et empêche la charge en cas de défauts d'alimentation dans les conditions spécifiées;
- peut être muni d'un conducteur de protection commuté.

Ces IC-CPD sont destinés à être utilisés dans des systèmes à régime de neutre TN et TT.

L'utilisation des IC-CPD dans les systèmes à régime de neutre IT peut être limitée.

Les cas des courants résiduels de fréquences différentes de la fréquence assignée, des courants résiduels continus et des conditions environnementales spécifiques sont considérés.

La présente Norme est applicable aux IC-CPD chargés des fonctions de sécurité et de commande exigées par l'IEC 61851-1 pour la charge en mode 2 des véhicules électriques.

La présente Norme est applicable aux IC-CPD pour circuits monophasés ne dépassant pas 250 V ou pour circuits à plusieurs phases ne dépassant pas 480 V, leur intensité de courant assigné étant de 32 A au maximum.

NOTE 1 Au Danemark, l'exigence supplémentaire suivante s'applique: pour les IC-CPD alimentés par une fiche à usage domestique et analogue, le courant de charge maximal est de 8 A si le cycle de charge peut dépasser 2 heures.

NOTE 2 En Finlande, l'exigence supplémentaire suivante s'applique: pour les IC-CPD alimentés par une fiche à usage domestique et analogue, le courant de charge maximal est de 8 A pour les cycles de charge lente.

La présente Norme s'applique aux IC-CPD destinés à être utilisés uniquement dans des circuits de courant alternatif présentant des valeurs préférentielles de fréquence assignée de 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz. Les IC-CPD conformes à la présente Norme ne conviennent pas à l'alimentation en énergie électrique de la grille connectée.

La présente Norme est applicable aux IC-CPD dont un courant d'exploitation résiduel assigné ne dépasse pas 30 mA et qui sont destinés à fournir une protection supplémentaire au circuit aval de l'IC-CPD dans des situations où il ne peut pas être garanti que l'installation est équipée d'un DDR avec $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

¹ IC-CPD = *in-cable control and protection devices*.

L'IC-CPD se compose:

- d'une fiche de connexion vers un socle de l'installation fixe;
- d'un ou plusieurs sous-ensembles assurant les fonctions de commande et de protection;
- d'un câble reliant la fiche et les sous-ensembles (facultatif);
- d'un câble reliant les sous-ensembles et le connecteur du véhicule (facultatif);
- d'un connecteur de véhicule assurant la connexion au véhicule électrique.

Pour les fiches à usage domestique et analogue, les exigences correspondantes de la Norme nationale et les exigences spécifiques définies par le Comité national du pays de commercialisation du produit s'appliquent. En l'absence d'exigence nationale, l'IEC 60884-1 peut être utilisée. Pour les fiches industrielles, l'IEC 60309-2 s'applique. Des fiches industrielles avec détrompeur peuvent être employées dans certaines applications et certains domaines spécifiques. Dans ce cas, l'IEC 60309-1 s'applique.

NOTE 3 Au Danemark: les exigences de la présente Norme ne peuvent se substituer à aucune partie des exigences nationales danoises en matière de fiches à usage domestique et analogue relevant de la norme DS 60884-2-D1, ni les modifier.

Les fiches, connecteurs et câbles faisant partie de l'IC-CPD ne sont pas soumis à essai selon la présente Norme. Ces pièces font l'objet d'essais séparés conformément à la norme spécifique applicable à chaque produit.

NOTE 4 Dans les pays suivants, les exigences relatives aux jeux de cordons pour véhicule électrique (VE) (mode 2) sont couverts par la norme NMX-J 677-ANCE-2013/ CSA C22.2 No. 280-13/ UL 2594: Standard for Electric Vehicle Supply Equipment: US, CA, MX. (disponible en anglais seulement)

Les contacts de commutation de l'IC-CPD ne sont pas tenus d'assurer l'isolement; en effet, ce dernier peut être assuré par une déconnexion de la fiche.

L'IC-CPD peut être muni d'un fusible intégré non remplaçable, protégeant la (les) phase(s) et/ou le courant de neutre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60065, *Appareils audio, vidéo et appareils électroniques analogues – Exigences de sécurité*

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-5, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai Sa: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et guide pour les essais de rayonnement solaire*

IEC 60068-2-11, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-27, *Essais d'environnement – Partie 2-27: Essais – Essai Ea et guide: chocs*

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

IEC 60068-2-31, *Essais d'environnement – Partie 2-31: Essais – Essai Ec: Choc lié à des manutentions brutales, essai destiné en premier lieu aux matériels*

IEC 60068-2-64, *Essais d'environnement – Partie 2-64: Essais – Essai Fh: Vibrations aléatoires à large bande (asservissement numérique) et guide*

IEC 60068-3-4, *Essais d'environnement – Partie 2-34: 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 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension assignée au plus égale à 450/750 V*

IEC 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

IEC 60309 (toutes les parties), *Prises de courant pour usages industriels*

IEC 60309-1:1999, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 1: Règles générales*
IEC 60309-1:1999/AMD1:2005
IEC 60309-1:1999/AMD2:2012

IEC 60309-2, *Prises de courant pour usages industriels – Partie 2: Règles d'interchangeabilité dimensionnelle pour les appareils à broches et alvéoles*

IEC 60364-4-44:2007, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-44: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les perturbations de tension et les perturbations électromagnétiques*

IEC 60384-14 (toutes les parties), *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification – Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains* (disponible en anglais seulement)

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse: <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60529:1989, *Classification des 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'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 60695-2-11, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis*

IEC 60884-1:2002, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*²

IEC 60884-1:2002/AMD1:2006

IEC 60884-1:2002/AMD2:2013

IEC 61249-2 (toutes les parties), *Matériaux pour circuits imprimés et autres structures d'interconnexion*

IEC 61540, *Petit appareillage – Dispositifs différentiels mobiles sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (PCDM)*

IEC 61543:1995, *Dispositifs différentiels résiduels (DDR) pour usages domestiques et analogues – Compatibilité électromagnétique*

IEC 61543:1995/AMD1:2004

IEC 61543:1995/AMD2:2005

IEC 61851-1:2010, *Système de charge conductive pour véhicules électriques – Partie 1: Règles générales*

IEC 62196-1, *Prises, prises de courant, connecteurs de véhicule et embases de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques – Partie 1: Règles générales*

IEC 62196-2, *Prises, prises de courant, connecteurs de véhicule et embases de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques – Partie 2: Exigences dimensionnelles de compatibilité et d'interchangeabilité pour les appareils à broches et alvéoles pour courant alternatif*

IEC TS 62763:2013, *Pilot function through a control pilot circuit using PWM (pulse width modulation) and a control pilot wire* (disponible en anglais seulement)

CISPR 14 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination de la résistance au choc Charpy*

ISO 179-1, *Plastiques – Détermination des caractéristiques au choc Charpy – Partie 1: Essai de choc non instrumenté*

ISO 2409, *Peintures et vernis – Essai de quadrillage*

ISO 4628-3, *Peinture et vernis – Evaluation de la dégradation des revêtements – Désignation de la quantité et de la dimension des défauts, et de l'intensité des changements uniformes d'aspect – Partie 3: Evaluation du degré d'enrouillement*

ISO 4892-2:2013, *Plastiques – Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire – Partie 2: Lampes à arc au xénon*

ISO 16750-5:2010, *Véhicules routiers – Spécifications d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique – Partie 5: Contraintes chimiques*

² Il existe une édition consolidée (3.2) incluant l'IEC 60884-1 (2002) et ses amendements 1 (2006) et 2 (2013).

ISO 17409:2015, *Véhicules routiers à propulsion électrique – Connexion à une borne d'alimentation électrique externe – Exigences de sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

NOTE 1 Sauf indication contraire, lorsque les termes «tension» et «courant» sont employés, ils impliquent les valeurs efficaces.

NOTE 2 Dans la présente Norme, le mot «terre» est utilisé pour «terre de protection».

NOTE 3 Le terme «appareillage» est utilisé comme terme général couvrant les fiches et les socles de prises de courant, les prises mobiles de véhicule et les connecteurs de véhicule.

3.1 Termes et définitions relatives aux fiches et socles de prises de courant

3.1.1 fiche

appareil destiné à un usage fréquent par des personnes ordinaires, pourvu de broches conçues pour s'engager dans les alvéoles d'un socle et comprenant également des pièces pour la connexion électrique et la retenue mécanique d'un câble souple

Note 1 à l'article: Pour les usages spécifiques tels que des guirlandes lumineuses (voir également l'IEC 60598-2-20), deux ou trois câbles monofilamentaires peuvent être branchés dans la fiche.

[SOURCE: IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 3.1]

3.1.2 socle

appareil destiné à un usage fréquent par des personnes ordinaires, pourvu d'alvéoles conçues pour recevoir les broches d'une fiche et pourvu de bornes ou de terminaisons pour la connexion d'un câble

[SOURCE: IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 3.2]

3.1.3

fiche non démontable

connecteur de véhicule non démontable

appareil construit de telle façon qu'il constitue une pièce unique avec le câble souple ou le cordon après la connexion et l'assemblage par le fabricant de l'appareil

Note 1 à l'article: Voir également 14.1 de l'IEC 60884-1:2002.

3.1.4

appareil démontable par le fabricant

appareil construit de façon que le câble souple puisse être remplacé

Note 1 à l'article: L'appareil est construit de telle manière qu'il ne puisse être démonté, réparé ou remplacé que par des personnes autorisées par les fabricants, un de leurs agents ou toute personne dûment qualifiée.

3.1.5

connecteur de véhicule

connecteur de véhicule électrique

moyen d'établissement du branchement manuel d'un câble souple à un véhicule électrique (VE)

Note 1 à l'article: Il se compose de deux parties: une prise mobile de véhicule et une embase de véhicule.

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3]

3.1.6

prise mobile de véhicule

prise mobile de véhicule électrique

partie du connecteur intégrée ou destinée à être raccordée à un câble souple

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3.1]

3.1.7

socle de connecteur de véhicule

socle de connecteur de véhicule électrique

partie du connecteur intégrée ou fixée au véhicule électrique

[SOURCE: IEC 62196-1:2014, 3.3.2]

3.1.8

enfichable

connexion électrique destinée à être branchée ou débranchée par l'utilisateur final

3.1.9

matériel mobile

matériel relié par un cordon et une fiche, ensemble de câbles, adaptateurs ou autre appareil pouvant être transporté par une seule personne et pouvant être transporté dans le VE

3.1.10

adaptateur

appareil mobile construit sous forme de pièce unique et intégrant une partie fiche et une partie socle

3.2 Termes et définitions relatives aux bornes

3.2.1

organe de serrage

partie(s) d'une borne nécessaire(s) pour le serrage mécanique et la connexion électrique du (des) conducteur(s), y compris les parties qui sont nécessaires pour assurer une pression de contact correcte

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.1]

3.2.2

borne

partie conductrice d'un pôle, composée d'un ou plusieurs organe(s) de serrage, isolée si nécessaire

[SOURCE: IEC 60999-1:1999, 3.2]

3.2.3

terminaison

partie conductrice d'un appareil, permettant de rediriger la connexion électrique vers des circuits externes

3.2.4

borne à vis

borne permettant le raccordement et la déconnexion ultérieure d'un conducteur ou l'interconnexion démontable de plusieurs conducteurs, le raccordement étant réalisé directement ou indirectement au moyen de vis ou d'écrous de tout type

3.2.5

borne à serrage sous tête de vis

borne à vis dans laquelle l'âme d'un conducteur est serrée sous la tête de la vis, la pression de serrage pouvant être appliquée directement par la tête de la vis ou au moyen d'une partie intermédiaire, par exemple une rondelle, une plaquette ou un appareil qui empêche le conducteur ou ses brins de s'échapper

3.2.6

borne sans vis

borne de connexion permettant la connexion et la déconnexion ultérieure d'un conducteur ou l'interconnexion démontable de deux conducteurs ou plus, le raccordement étant réalisé directement ou indirectement au moyen de ressorts, pièces formant coin, excentriques, cônes, etc. sans préparation spéciale du conducteur autre que l'enlèvement de l'isolant

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.6.8]

3.3 Termes et définitions relatives aux fonctions de courant résiduel

3.3.1 Termes et définitions relatives aux courants circulant entre les parties actives et la terre

3.3.1.1

courant de défaut à la terre

courant qui s'écoule à la terre lors d'un défaut d'isolement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.1]

3.3.1.2

courant de fuite

courant qui s'écoule des parties actives de l'installation à la terre, en l'absence de tout défaut d'isolement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.2]

3.3.1.3

courant continu pulsé

courant de forme ondulatoire pulsé prenant à chaque période de la fréquence assignée la valeur 0 ou une valeur ne dépassant pas 0,006 A en courant continu pendant un intervalle de temps, exprimé en mesure angulaire, d'au moins 150°

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.3]

3.3.1.4

angle α de retard de conduction

intervalle de temps, exprimé en mesure angulaire, pendant lequel le point de départ de la conduction est retardé par commande de phase

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.1.4]

3.3.1.5

défaut de l'alimentation

- neutre ouvert;
- phase(s) ouverte(s).

Note 1 à l'article: Voir conducteur de protection sous tension et donc dangereux en 3.3.3.18.

[SOURCE: IEC 62335:2008, 3.2.1.6, modifiée – «conducteur PE ouvert» a été supprimé.]

3.3.1.6

courant continu lissé

courant continu sans ondulation

[SOURCE: IEC 62423:2009, 3.1]

3.3.1.7

courant composé

courant composé de plusieurs fréquences significatives de forme sinusoïdale

3.3.2 Termes et définitions relatives à l'alimentation de la fonction de courant différentiel résiduel

3.3.2.1

courant différentiel résiduel

I_{Δ}

somme vectorielle des valeurs instantanées des courants circulant dans le circuit principal de la fonction de courant différentiel résiduel (exprimée en valeur efficace)

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.3, modifiée – “interrupteur différentiel” a été remplacé par « fonction de courant différentiel »]

3.3.2.2

courant différentiel de fonctionnement

valeur de courant différentiel qui fait fonctionner la fonction de courant différentiel résiduel dans des conditions spécifiées

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.4, modifiée – «ID» a été remplacé par « fonction de courant différentiel »]

3.3.2.3

courant différentiel de non-fonctionnement

valeur du courant différentiel pour laquelle et au-dessous de laquelle la fonction de courant différentiel résiduel ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.2.5, modifiée – «ID» a été remplacé par « fonction de courant différentiel »]

3.3.3 Termes et définitions relatives au fonctionnement et aux fonctions de l'IC-CPD

3.3.3.1

fonction de courant différentiel résiduel

fonction incorporant les moyens de détection du courant résiduel, de comparaison de sa valeur à la valeur du courant différentiel de fonctionnement et d'ouverture du circuit protégé lorsque le courant résiduel dépasse cette valeur

3.3.3.2

IC-CPD

appareils de contrôle et de protection intégrés au câble de charge

ensemble de pièces ou de composants liés comprenant câbles, fiche et prise mobile de véhicule pour l'alimentation des véhicules électriques en charge de mode 2, assurant des fonctions de commande et de sécurité

Note 1 à l'article: Pour l'usage de l'IC-CPD, voir Figure 32.

Note 2 à l'article: 'IC-CPD, est dérivé du terme anglais développé correspondant « in-cable control and protection device ».

3.3.3.3

appareil de connexion

appareil destiné à établir ou à interrompre le courant dans un ou plusieurs circuits électriques

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.6]

3.3.3.4

temps d'exploitation

temps qui s'écoule entre l'instant où le courant différentiel résiduel de fonctionnement est appliqué soudainement et l'instant de l'extinction de l'arc dans tous les pôles d'un IC-CPD

3.3.3.5

position de fermeture

position dans laquelle la continuité prédéterminée du circuit principal de l'IC-CPD est assurée

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.12, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.3.6

position d'ouverture

position dans laquelle la distance d'isolement prédéterminée est assurée entre les contacts ouverts du circuit principal de l'IC-CPD

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.12, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.3.7

pôle

partie d'un IC-CPD exclusivement associée à une voie de courant de son circuit principal, électriquement séparée, équipée de contacts destinés à connecter et déconnecter le circuit principal lui-même et excluant les parties par le moyen desquelles le montage et l'exploitation simultanés des pôles sont assurés

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.3.14, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.3.8

circuit principal

ensemble des parties conductrices d'un IC-CPD insérées dans les voies de courant

3.3.3.9

circuit de commande

ensemble des parties conductrices (autres qu'une voie du circuit principal) d'un appareil de connexion incluses dans un circuit servant à la fermeture ou à l'ouverture de l'appareil ou aux deux, avec des liaisons à l'IC-CPD, au contrôleur de fonction pilote de commande et à l'appareil de connexion

Note 1 à l'article: Voir Figure E.1.

3.3.3.10

appareil d'essai

appareil incorporé dans un IC-CPD simulant les conditions d'un courant différentiel résiduel pour le fonctionnement de l'IC-CPD dans des conditions spécifiées

3.3.3.11

IC-CPD de type LNSE

appareil avec conducteur de protection commuté utilisé dans une alimentation entre phase et neutre (L, N, PE)

Note 1 à l'article: Voir l'Annexe D pour des exemples.

3.3.3.12

IC-CPD de type LLSE

appareil avec conducteur de protection commuté utilisé dans une alimentation entre deux phases (L1, L2, PE)

Note 1 à l'article: Voir l'Annexe D pour des exemples.

3.3.3.13

IC-CPD de type LLLNSE

appareil avec conducteur de protection commuté utilisé dans une alimentation sur plusieurs phases (L1, L2, L3, N, PE)

Note 1 à l'article: Un IC-CPD de type LLLNSE utilise une ou plusieurs phases d'une alimentation sur plusieurs phases.

3.3.3.14

IC-CPD de type LNE

appareil avec conducteur de protection non commuté utilisé dans une alimentation entre phase et neutre (L, N, PE)

3.3.3.15

IC-CPD de type LLE

appareil avec conducteur de protection non commuté utilisé dans une alimentation entre deux phases (L1, L2, PE)

3.3.3.16

IC-CPD de type LLLNE

appareil avec conducteur de protection non commuté utilisé dans une alimentation sur plusieurs phases (L1, L2, L3, N, PE)

Note 1 à l'article: Un IC-CPD de type LLLNE utilise une ou plusieurs phases d'une alimentation sur plusieurs phases.

3.3.3.17

conducteur de protection

PE (identification)

conducteur fourni à des fins de sécurité, par exemple pour assurer la protection contre les chocs électriques

[SOURCE: IEC 60050-195, 195-02-09:1998]

3.3.3.18

conducteur de protection sous tension et donc dangereux

condition de câblage incorrect ou de défaut où le conducteur de protection du socle est sous tension

Note 1 à l'article: Voir en 3.3.1.5 pour le défaut d'alimentation.

3.3.3.19

contrôleur de fonction pilote de commande

contrôleur de fonction qui génère un signal à modulation de largeur d'impulsion (MLI) et détecte un état de charge

Note 1 à l'article: Voir Figure E.1.

3.3.3.20

appareil de connexion

appareil qui assure la connexion de l'alimentation et/ou du conducteur de protection au VE pour assurer la charge

Note 1 à l'article: Voir Figure E.1.

3.3.4 Termes et définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'alimentation

3.3.4.1

surintensité de non-fonctionnement

valeur maximale d'une surintensité d'une charge monophasée dans le circuit principal qui, en l'absence de tout défaut à la masse ou à la terre et en l'absence de fuite de courant à la terre, peut circuler dans un IC-CPD bipolaire sans provoquer l'ouverture du circuit par l'IC-CPD

3.3.4.2

courant différentiel de tenue au court-circuit

valeur maximale du courant différentiel pour laquelle le fonctionnement de l'IC-CPD est assuré dans des conditions spécifiées et au-delà de laquelle l'appareil peut être endommagé

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.3, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD» et de «subir des altérations irréversibles» par «être endommagé».]

3.3.4.3

courant présumé

courant qui circulerait dans le circuit, si chaque voie principale de courant de l'IC-CPD et de l'appareil de protection contre les surintensités (le cas échéant) était remplacée par un conducteur d'impédance négligeable

Note 1 à l'article: Cette définition s'applique également de la même façon au cas d'un courant réel, par exemple courant de coupure présumé, courant de crête présumé, courant différentiel présumé.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.4, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD» et remplacement de la note à l'article.]

3.3.4.4

pouvoir de fermeture

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un IC-CPD est capable d'établir sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.7, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.4.5

pouvoir de coupure

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un IC-CPD est capable d'interrompre sous une tension donnée et dans des conditions prescrites d'emploi et de comportement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.8, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.4.6

pouvoir de fermeture et de coupure différentiel

valeur de la composante alternative du courant différentiel présumé qu'un IC-CPD peut établir, supporter pendant son temps d'ouverture et interrompre dans des conditions spécifiées d'utilisation et de comportement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.9, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.4.7

courant conditionnel de court-circuit

valeur de la composante alternative d'un courant présumé qu'un IC-CPD protégé par un appareil de protection contre les courts-circuits (en abrégé DPCC dans la suite du texte) approprié placé en série, peut supporter dans des conditions spécifiées d'utilisation et de comportement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.10, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.4.8

courant différentiel conditionnel de court-circuit

valeur de la composante alternative d'un courant différentiel présumé qu'un IC-CPD protégé par un DPCC approprié placé en série peut supporter dans des conditions spécifiées d'utilisation et de comportement

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.11, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.4.9

U_x

valeur limite U_x de la tension d'alimentation à laquelle les IC-CPD accomplissent les fonctions prévues telles qu'elles ont été spécifiées par le fabricant des IC-CPD

3.3.4.10

I^2t

intégrale de Joule

intégrale du carré du courant pendant un intervalle de temps spécifié (t_0 , t_1):

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

3.3.4.11

tension de rétablissement

tension qui apparaît entre les connexions d'alimentation d'un IC-CPD après l'interruption du courant

Note 1 à l'article: Cette tension comprend deux intervalles de temps successifs, l'un durant lequel existe une tension transitoire, suivi par un second intervalle durant lequel seule la tension à fréquence industrielle existe.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14, modifiée – remplacement de «les bornes d'un pôle d'un ID» par «les connexions d'alimentation d'un IC-CPD» et remplacement de la note à l'article.]

3.3.4.11.1

tension transitoire de rétablissement

tension de rétablissement tant qu'elle comporte un caractère transitoire appréciable

Note 1 à l'article: La tension transitoire est oscillatoire, non oscillatoire ou une combinaison des deux selon les caractéristiques du circuit et de l'IC-CPD.

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14.1, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD» et suppression de la dernière phrase de la note à l'article.]

3.3.4.11.2

tension de rétablissement à fréquence industrielle

tension de rétablissement après la disparition des phénomènes de tension transitoire

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.4.14.2]

3.3.5 Termes et définitions relatives aux valeurs et aux domaines des grandeurs d'influence

3.3.5.1

grandeur d'influence

toute grandeur susceptible de modifier le fonctionnement spécifié d'un IC-CPD

3.3.5.2

température de l'air ambiant

température déterminée dans des conditions prescrites, de l'air qui entoure l'IC-CPD

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.5.6, modifiée – remplacement de «l>ID (pour les ID sous enveloppe, c'est la température de l'air à l'extérieur de l'enveloppe)» par «l'IC-CPD».]

3.3.6 Conditions de manœuvre

3.3.6.1

manœuvre

passage d'un ou des contacts mobiles de la position d'ouverture à la position de fermeture et vice versa

Note 1 à l'article: Si une distinction est nécessaire, on emploiera les termes de manœuvre électrique s'il s'agit d'une opération au sens électrique (par exemple: établissement ou coupure) et de manœuvre mécanique s'il s'agit d'une opération au sens mécanique (par exemple: fermeture ou ouverture).

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.1]

3.3.6.2

manœuvre de fermeture

manœuvre dans laquelle l'IC-CPD est amené de la position ouverte à la position fermée

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.2, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.6.3

manœuvre d'ouverture

manœuvre dans laquelle l'IC-CPD est amené de la position fermée à la position ouverte

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.3, modifiée – remplacement de «ID» par «IC-CPD».]

3.3.6.4

cycle de manœuvres

suite de manœuvres d'une position à une autre avec retour à la première position

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.4, modifiée – suppression de «en passant par toutes les autres positions, s'il en existe».]

3.3.6.5

séquence de manœuvres

suite de manœuvres spécifiées effectuées avec des intervalles de temps spécifiés

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.7.5]

3.3.7 Termes et définitions relatives aux fonctions de commande entre véhicules électriques et IC-CPD

3.3.7.1

fonction pilote

tout moyen, électronique ou mécanique, qui garantit les conditions relatives à la sécurité ou à la transmission des données exigées pour le mode de fonctionnement

[SOURCE: IEC 61851-1:2010, 3.17]

3.3.7.2

état du système

état qui indique différents états pendant le processus de charge, conformément à l'IEC TS 62763

EXEMPLE Connecté, prêt à être chargé, en charge.

3.4 Termes et définitions relatives aux essais

3.4.1

essai de type

essai effectué sur un ou plusieurs appareils réalisé selon une conception donnée pour vérifier que cette conception répond à certaines exigences

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.8.1]

3.4.2

essai de routine

essai auquel est soumis chaque appareil en cours et/ou en fin de fabrication pour vérifier qu'il satisfait à des critères définis

[SOURCE: IEC 61008-1:2010, 3.8.2]

3.4.3

auto-essai

essai lancé automatiquement pour vérifier la capacité de l'IC-CPD à détecter un courant différentiel

3.5 Termes et définitions relatives à la construction

3.5.1

boîtier de fonctions

fonctions de commande et/ou de sécurité intégrées dans des enveloppes appropriées, faisant partie de l'IC-CPD

Note 1 à l'article: Le boîtier de fonctions est situé dans un ensemble amovible de câbles, un connecteur ou une fiche ne faisant pas partie de l'installation fixe.

3.5.2

équipement de classe I

équipement ayant une isolation principale comme disposition pour protection de base et une liaison de protection comme disposition pour protection contre les défauts

[SOURCE: IEC 62335:2008, 3.1.22]

4 Classification

4.1 Selon l'alimentation

4.1.1 Généralités

Un IC-CPD peut être classé comme compatible avec plus d'un système d'alimentation.

4.1.2 IC-CPD alimenté à partir d'une phase et d'un neutre (LNSE ou LNE)

Les IC-CPD correspondant à cette classification sont alimentés à partir d'une phase et d'un neutre.

4.1.3 IC-CPD alimenté à partir de deux phases (LLSE ou LLE)

Les IC-CPD correspondant à cette classification sont alimentés à partir de deux phases.

4.1.4 IC-CPD alimenté à partir de trois phases et d'un neutre (LLLNSE ou LLLNE)

Les IC-CPD correspondant à cette classification sont alimentés à partir de trois phases et d'un neutre.

NOTE Cette classification englobe les IC-CPD utilisant une ou plusieurs phases d'une alimentation sur plusieurs phases.

4.2 Selon la construction

4.2.1 Généralités

Un IC-CPD peut être classé selon l'une des constructions suivantes.

4.2.2 IC-CPD comprenant le boîtier de fonctions séparé de la fiche et de la prise mobile

Fonction de courant différentiel résiduel, appareil de connexion et contrôleur de fonction pilote de commande intégrés dans un boîtier de fonctions entre la fiche et la prise mobile de véhicule (voir Figure F.1)

4.2.3 IC-CPD avec boîtier de fonctions intégré dans la fiche

Fonction de courant différentiel résiduel, appareil de connexion et contrôleur de fonction pilote de commande intégrés dans la fiche (voir Figure F.2)

NOTE 1 Les exigences applicables aux différentes pièces de la fiche sont couvertes par les normes correspondantes.

NOTE 2 Le couple maximal est donné en 9.23.

4.2.4 IC-CPD modulaire

Un IC-CPD modulaire peut se baser sur l'une des constructions suivantes:

- a) fonction de courant différentiel résiduel, appareil de connexion et contrôleur de fonction pilote de commande intégrés dans un boîtier de fonctions séparé entre la fiche et la prise mobile de véhicule (voir Figure F.3);

NOTE 1 Dans les pays suivants, le boîtier de fonctions de l'IC-CPD doit être une partie intégrante de la fiche ou il doit être situé sur le câble d'alimentation, à une distance maximale de 300 mm par rapport à la fiche: US.

- b) fonction de courant différentiel résiduel, appareil de connexion et contrôleur de fonction pilote de commande intégrés dans la prise mobile de véhicule (voir Figure F.4).

NOTE 2 Dans les pays suivants, le circuit pilote de commande n'est pas autorisé dans le corps de la fiche mobile de véhicule: US.

4.3 Selon la méthode de connexion du ou des câbles

4.3.1 Généralités

Les câbles entre les différents composants de l'IC-CPD peuvent être connectés à ces composants de différentes méthodes. Si différentes méthodes de connexion sont utilisées avec un jeu de cordons, l'IC-CPD doit être classé pour toutes les méthodes utilisées et les différentes parties doivent être classées séparément.

4.3.2 IC-CPD non démontables

L'IC-CPD ou la partie déclarée sont prévus sous forme d'un jeu fonctionnel complet de cordons comprenant tous les composants. Il n'est pas prévu que les câbles entre fiche, le

logement interne aux câbles (le cas échéant) et la prise mobile de véhicule soient remplacés ou changés par l'utilisateur ou d'autres personnes après connexion et assemblage par le fabricant.

4.3.3 IC-CPD câblés par le fabricant

Connexion vers l'IC-CPD ou la partie déclarée telle qu'un remplacement puisse être effectué uniquement par le fabricant, son agent d'entretien ou une personne qualifiée à l'aide d'un outillage spécial.

L'IC-CPD est prévu en tant que jeu fonctionnel de cordons ou seulement la ou les unités contenant la fonction de courant résiduel et le contrôleur de fonction pilote de commande sont prévues (voir 3.1.4).

4.3.4 IC-CPD enfichable

L'IC-CPD ou la partie déclarée comprend au moins une connexion électrique enfichable destinée à être branchée ou débranchée par l'utilisateur final ou d'autres personnes, afin de monter, remplacer ou échanger des composants de l'ensemble de câbles de l'IC-CPD.

NOTE 1 Dans les pays suivants, les types enfichables dans lesquels la prise mobile fait partie de l'ICCB ne doivent pas être utilisés: NO.

NOTE 2 Dans les pays suivants, la connexion à la sortie de l'ICCB (boîtier de fonctions) ne doit pas être enfichable: US.

4.4 Classification selon la voie de courant du conducteur de protection

4.4.1 Généralités

Un IC-CPD peut être classé comme ayant un conducteur de protection commuté ou non commuté.

4.4.2 IC-CPD munis d'un conducteur de protection commuté

Cette classification couvre les IC-CPD ayant un conducteur de protection commuté.

NOTE Dans les pays suivants, un conducteur de terre commuté n'est pas autorisé: US.

4.4.3 IC-CPD munis d'un conducteur de protection non commuté

Cette classification couvre les IC-CPD ayant un conducteur de protection non commuté.

4.5 Classification selon le comportement en cas de conducteur de protection ouvert

4.5.1 Généralités

Un IC-CPD peut être classé selon le comportement relatif à la disponibilité du conducteur de protection amont.

4.5.2 IC-CPD avec vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont

IC-CPD détectant la présence et la continuité du conducteur de protection en amont du socle. Dans les systèmes informatiques, il peut arriver que ces appareils ne puissent pas être utilisés en raison de l'échec de la vérification du conducteur de protection.

Un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2 peut avoir une fonction permettant de désactiver la vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont. La désactivation de la fonction de détection doit être indiquée par un signal d'alerte permanent, visuel ou sonore.

4.5.3 IC-CPD sans vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont

IC-CPD ne détectant pas la présence et la continuité du conducteur de protection en amont du socle. Ces appareils conviennent également aux systèmes informatiques.

NOTE Dans les pays suivants, un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2 est autorisé ou bien l'IC-CPD doit pouvoir détecter un courant de fuite de 5 mA: US.

5 Caractéristiques des IC-CPD

5.1 Énumération des caractéristiques

Les IC-CPD sont prévus avec des contacts de commutation pour la ou les lignes et le neutre, le cas échéant. Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.4.2 sont prévus avec un contact de commutation pour le conducteur de protection.

Les IC-CPD ont une fonction de courant différentiel résiduel bien définie. Cette fonction assure la protection contre le choc électrique du véhicule électrique connecté en cas de panne de la protection de base et/ou la protection des défauts conformément à l'IEC 61851-1.

La fonction de courant différentiel résiduel de l'IC-CPD doit être assurée:

- pour les courants résiduels alternatifs sinusoïdaux et pour les courants différentiels continus pulsés;
- pour les courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant résiduel continu lissé d'une intensité allant jusqu'à 6 mA;
- pour les courants différentiels résiduels composés destinés aux circuits alimentés à partir d'une phase et d'un neutre;
- avec ou sans commande d'angle de phase, indépendamment de la polarité, soit appliquée brusquement, soit variant progressivement.

De plus, les IC-CPD doivent avoir un comportement défini en cas de pannes d'alimentation ou d'erreurs de câblage conformément à 9.7.7.

Par ailleurs, l'IC-CPD:

- contrôle au moyen du signal pilote que le conducteur de protection est connecté au véhicule électrique;
- se déclenche si les courants continus résiduels dépassent 6 mA;

NOTE 1 Concernant cette caractéristique, voir également l'Avant-propos.

- vérifie que le véhicule électrique est connecté;

NOTE 2 La connexion au véhicule électrique est contrôlée par le signal pilote.

- établit ou coupe la connexion en réponse aux états du système, conformément à l'IEC TS 62763.

5.2 Valeurs assignées et autres caractéristiques

5.2.1 Tensions assignées

5.2.1.1 Tension d'emploi assignée (U_e)

Valeur de tension ou plage de tension attribuée par le fabricant, à laquelle les performances de l'IC-CPD se réfèrent.

NOTE Plusieurs tensions assignées peuvent être attribuées à un même IC-CPD.

5.2.1.2 Tension d'isolement assignée (U_i)

Tension attribuée par le fabricant à laquelle les tensions d'essai diélectrique et les lignes de fuite de l'IC-CPD se réfèrent.

Sauf indication contraire, la tension d'isolement assignée est la valeur de la tension assignée maximale de l'IC-CPD. En aucun cas la tension d'emploi assignée maximale ne doit dépasser la tension d'isolement assignée.

5.2.2 Courant assigné (I_n)

Valeur de courant attribuée à l'IC-CPD par le fabricant et qui peut être supportée par l'IC-CPD en condition de charge permanente.

5.2.3 Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Valeur du courant différentiel de fonctionnement (voir 3.3.2.2), attribuée par le fabricant à l'IC-CPD, pour laquelle celui-ci doit fonctionner dans des conditions spécifiées.

5.2.4 Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

Valeur du courant différentiel de non-fonctionnement (voir 3.3.2.3), attribuée par le fabricant à l'IC-CPD, pour laquelle celui-ci ne fonctionne pas dans des conditions spécifiées.

5.2.5 Fréquence assignée

Fréquence industrielle pour laquelle l'IC-CPD est conçu et à laquelle correspondent les autres caractéristiques.

Plusieurs fréquences assignées peuvent être attribuées à un même IC-CPD.

5.2.6 Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Valeur efficace de la composante alternative du courant présumé (voir 3.3.4.3), attribuée par le fabricant, qu'un IC-CPD peut établir, supporter et couper dans des conditions spécifiées.

Les conditions sont celles spécifiées en 9.9.2.2.

5.2.7 Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

Valeur efficace de la composante alternative du courant différentiel présumé (voir 3.3.2.1 et 3.3.4.3), attribuée par le fabricant, qu'un IC-CPD peut établir, supporter et couper dans des conditions spécifiées.

Les conditions sont celles spécifiées en 9.9.2.3.

5.2.8 Caractéristiques d'exploitation en cas de courants différentiels résiduels comprenant une composante continue

Selon ses caractéristiques d'exploitation, le déclenchement d'un IC-CPD est assuré pour des courants résiduels alternatifs sinusoïdaux, des courants différentiels continus pulsés et des courants résiduels continus lissés dépassant 6 mA, que ceux-ci soient appliqués brusquement ou augmentent progressivement.

5.2.9 Coordination de l'isolement, y compris les lignes de fuite et distances dans l'air

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite sont données en 8.4.3.

5.2.10 Coordination avec les appareils de protection contre les courts-circuits (DPCC)

5.2.10.1 Généralités

La coordination entre les IC-CPD et les différents DPCC doit être vérifiée sous les conditions générales de 9.9.2.1, au moyen des essais décrits en 9.9.2.4 qui sont destinés à vérifier qu'il y a une protection adéquate contre les courants de court-circuit jusqu'à la valeur du courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} et jusqu'à la valeur du courant différentiel conditionnel de court-circuit $I_{\Delta c}$.

5.2.10.2 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Valeur efficace du courant présumé, fixée par le fabricant, qu'un IC-CPD protégé par un DPCC peut supporter dans des conditions spécifiées, sans subir d'altération compromettant son fonctionnement. Les conditions à observer sont celles spécifiées en 9.9.2.4 a).

5.2.10.3 Courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

Valeur du courant différentiel présumé, fixée par le fabricant, qu'un IC-CPD protégé par un DPCC peut supporter dans des conditions spécifiées sans subir de dommages. Les conditions à observer sont celles spécifiées en 9.9.2.4 c).

5.3 Valeurs normalisées et préférentielles

5.3.1 Valeurs préférentielles de tension d'emploi assignée (U_e)

Les valeurs préférentielles de la tension assignée sont 120 V, 230 V, 400 V et 480 V.

Partout où, dans la présente Norme, il est fait référence à 230 V ou 400 V, on peut également comprendre respectivement 220 V ou 240 V, ou bien 380 V ou 415 V.

Partout où, dans la présente Norme, il est fait référence à 120 V, 120/240 V ou 240 V, on peut également comprendre respectivement 100 V, 100/200 V ou 200 V.

Partout où, dans la présente Norme, il est fait référence à 240 V triphasé, on peut également comprendre 100 V ou 120/208 V.

5.3.2 Valeurs préférentielles de courant assigné (I_n)

Les valeurs préférentielles du courant assigné sont indiquées au Tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs préférentielles du courant assigné et valeurs préférentielles des tensions assignées correspondantes

Type	Tension assignée V	Courant assigné A
Systèmes triphasés	480 ^a	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 24, 30, 32
	400	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 25, 32
	240	15, 20, 30
Systèmes monophasés et biphasés	230	6, 8, 10, 13, 15, 16, 20, 25, 30, 32
	120	6, 8, 10, 12, 15, 16, 20, 30, 32.
^a Uniquement pour les systèmes avec mise à la terre par point milieu ou point neutre, pour une tension à la terre de 240 V ou 277 V, le cas échéant.		

Si l'IC-CPD prend en charge un circuit pilote de commande simplifié, le courant assigné doit être d'au moins 10 A.

NOTE 1 Dans certains pays, le circuit pilote de commande n'est pas autorisé: US, CH.

Le courant assigné ne doit pas être supérieur à 32 A.

NOTE 2 Dans les pays suivants, il convient d'utiliser des accessoires conformes à l'IEC 60309-2 pour des connexions en mode 2 de plus de 8 A (2 kVA): CH.

5.3.3 Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$)

Les valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné sont:

$$0,006 \text{ A} - 0,01 \text{ A} - 0,015 \text{ A} - 0,02 \text{ A} - 0,03 \text{ A}.$$

NOTE Dans les pays suivants, le courant différentiel de fonctionnement est fonction de la fréquence et est limité conformément aux Normes nationales: US, CA, MX.

5.3.4 Valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$)

La valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement alternatif est de $0,5 I_{\Delta n}$.

Si, pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2, le conducteur de protection traverse le transformateur de courant avec davantage de tours que les conducteurs sous tension sur un appareil à $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$, cette valeur peut être réduite à $0,25 I_{\Delta n}$.

5.3.5 Valeur normalisée minimale de la surintensité de non-fonctionnement à travers l'IC-CPD

La valeur normalisée minimale du courant de non-fonctionnement à travers l'IC-CPD est de $4 I_n$.

5.3.6 Valeurs préférentielles de fréquence assignée

Les valeurs préférentielles de fréquence assignée sont 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz.

NOTE Dans les pays suivants, un appareil qui mesure le courant de fuite sur une plage de fréquences et qui se déclenche à des valeurs de courant de fuite prédéfinies, basées sur la fréquence, est exigé par les Normes nationales: US, CA, MX.

5.3.7 Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)

La valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m est de 100 A.

5.3.8 Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$)

La valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné est de 100 A.

5.3.9 Valeur normalisée du courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

La valeur normalisée du courant conditionnel de court-circuit assigné est de 1 500 A.

5.3.10 Valeur normalisée du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

La valeur normalisée du courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné est de 1 500 A.

5.3.11 Valeurs limites du temps d'exploitation

Les valeurs limites du temps d'exploitation sont données dans le Tableau 2 pour les courants différentiels alternatifs, dans le Tableau 3 pour les courants résiduels continus lissés et dans

le Tableau 4 pour les courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphase ou en triphasé.

Tableau 2 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants différentiels alternatifs à la fréquence assignée

Valeurs limites du temps d'exploitation pour différentes valeurs (I_{Δ}) de courant différentiel, exprimées en			
s			
$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	5 A, 10 A, 20 A, 50 A, 100 A ^a
0,3	0,15	0,04	0,04
Il convient que la valeur maximale du courant d'essai ne dépasse pas I_m .			
NOTE Pour le fonctionnement avec des courants différentiels résiduels comportant une composante continue, voir 9.7.4.			
^a Les essais à 5 A, 10 A, 20 A, 50 A et 100 A sont faits uniquement pendant la vérification du fonctionnement correct mentionnée en 9.7.3.5.			

Tableau 3 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants résiduels continus lissés

Valeurs limites du temps d'exploitation pour différentes valeurs de courant résiduel continu, exprimées en		
s		
6 mA	60 mA	300 mA
10,0	0,3	0,04

Tableau 4 – Valeurs limites du temps d'exploitation pour des courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphase ou en triphasé

Valeurs limites du temps d'exploitation pour différentes valeurs (I_{Δ}) de courant différentiel continu pulsé, exprimées en			
s			
$2 I_{\Delta n}$	$4 I_{\Delta n}$	$10 I_{\Delta n}$	5 A, 10 A, 20 A, 50 A
0,3	0,15	0,04	0,04

6 Marquage et autres indications sur le produit

6.1 Marquages à effectuer sur l'IC-CPD

L'IC-CPD doit être marqué de façon durable avec les indications énumérées ci-après:

- le nom du fabricant ou du distributeur ou sa marque de fabrique;
- la désignation du type, le numéro de catalogue ou le numéro de série;
- la tension assignée;
- la fréquence assignée si l'IC-CPD est construit pour des fréquences autres que 50 Hz et 60 Hz (voir 5.3.6);
- le courant assigné;
- le courant différentiel de fonctionnement assigné;
- le degré de protection; le degré de protection IP est applicable uniquement au boîtier de fonctions et le marquage g) doit figurer sur le boîtier de fonctions;

h) le marquage avec le nom du produit: IC-CPD;

j) l'IC-CPD doit être marqué du symbole ;

k) pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2, un énoncé selon lequel l'IC-CPD peut ne pas fonctionner s'il est utilisé sur un système informatique ou tout autre système non mis à la terre tel qu'un générateur à enroulement isolé ou un transformateur d'isolement.



Marquage du symbole suivant: IEC 60417-6293 (2015-05);

L'énoncé n'est pas nécessaire pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2 doté d'une fonction permettant de désactiver la vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont.

NOTE 1 Ces informations peuvent être sur une étiquette durable attachée au câble.

l) valeur du courant différentiel de non-fonctionnement $I_{\Delta no}$, si différent de $0,5 I_{\Delta n}$;

m) indication selon la conception du circuit du conducteur de protection comme suit:

– classification donnée en 4.4.2 avec le marquage



IEC 60417-6289 (2015-03)

– classification donnée en 4.4.3 avec le marquage:



IEC 60417-6290 (2015-03)

Le symbole peut être intégré à un schéma de câblage;

n) informations supplémentaires sur les données techniques à des altitudes plus élevées, le cas échéant;

o) courant de charge maximal de l'IC-CPD, s'il est inférieur au courant assigné;

p) information sur le comportement pour des courants résiduels continus lissés supérieurs à 6 mA, le cas échéant.

Pour le marquage du courant assigné et de la tension assignée, il est possible de n'utiliser que des nombres. Ces nombres doivent être placés sur une seule ligne, séparés ou non par une ligne oblique, ou le nombre du courant assigné doit être placé au-dessus de celui de la tension assignée, ces deux nombres étant séparés par une ligne horizontale.

Le marquage pour la nature de l'alimentation doit être placé à côté du marquage du courant assigné et de la tension assignée.

Exemples de marquage du courant, de la tension et de la nature de l'alimentation:

$$16 \text{ A } 230 \text{ V} \sim, \frac{16}{230} \sim, 16 \text{ A } 230 \text{ V CA}, 16/230 \text{ CA}, \text{ etc.}$$

Lorsqu'il est fait usage de symboles, ils doivent être utilisés de la manière suivante:

- ampères A
- volts V
- courant alternatif $\sim$ IEC 60417-5032 (2002-10)
- neutre N
- terre de protection  IEC 60417-5019 (2006-08)

Pour les détails des symboles du courant alternatif et du conducteur de protection, voir l'IEC 60417.

Les marquages a), b), c), d), e), f), h), j), k), l), m) et o) doivent figurer sur l'enveloppe de la boîte de fonctions à proprement parler, ou sur une ou plusieurs plaques signalétiques fixées à l'IC-CPD et ils doivent être placés de manière à être visibles et lisibles lorsque l'IC-CPD est assemblé comme en usage normal.

L'information k) doit également être donnée dans la fiche d'instructions.

NOTE 2 Cette information peut être donnée dans le manuel du véhicule.

L'information n) doit être donnée dans la fiche d'instructions.

Pour un IC-CPD sans fonction intégrée de déclenchement à une valeur maximale de courant résiduel continu lissé de 6 mA, en complément de l'information p) sur le produit, des informations détaillées doivent être données dans la fiche d'instructions, y compris des informations spécifiant que cet IC-CPD ne doit pas être utilisé sur les véhicules pouvant entraîner des courants résiduels continus lissés sous les premières conditions de défaut.

La présente exigence englobant l'information p) est limitée à la période de transition (voir l'Avant-propos) et n'est pas applicable au-delà de cette période de transition.

Les organes d'exploitation et les moyens d'indication doivent être marqués conformément aux instructions d'exploitation.

Les bornes destinées exclusivement au branchement du neutre du circuit doivent être marquées de la lettre «N».

Pour les IC-CPD non démontables, la mention «N» est inutile.

NOTE 3 Dans les pays suivants, la borne du conducteur neutre doit également être de couleur argent ou blanche: US.

S'il est nécessaire de faire la distinction entre les bornes d'alimentation et les bornes de sortie, celles-ci doivent être marquées clairement (par exemple avec des indications «ligne» ou «charge» placées près des bornes correspondantes ou par des flèches indiquant la direction du flux d'énergie).

Les bornes destinées au conducteur de protection doivent être marquées du symbole de terre de protection  IEC 60417-5019 (2006-08).

NOTE 4 Dans les pays suivants, la borne du conducteur de protection doit également être de couleur verte: US.

De plus, les appareils avec bornes sans vis conformes à la classification donnée en 4.3.3 doivent avoir un marquage approprié indiquant la longueur d'isolation à retirer avant l'insertion du conducteur dans la borne sans vis.

Le marquage doit être indélébile, lisible et ne doit pas être placé sur des vis, rondelles ou autres parties amovibles.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai donné en 9.3.

6.2 Informations à fournir à l'attention de l'utilisateur final

Les informations à fournir à l'attention de l'utilisateur final sont:

- a) informations destinées à l'utilisateur relatives au processus automatique de vérification pour l'auto-essai;

- b) informations précisant que l'appareil ne doit pas être utilisé s'il ne marche pas correctement, conformément aux instructions, et qu'il faut chercher conseil auprès du fabricant, du vendeur responsable ou d'un électricien;
- c) informations mettant en garde contre un stockage ou une utilisation au-delà des conditions de service données au Tableau 5 et contre les mauvaises utilisations telles que la chute, l'immersion, etc.;
- d) informations destinées à l'utilisateur, précisant que l'IC-CPD doit être branché sans faire appel à un adaptateur, sauf si celui-ci fait partie de l'IC-CPD et qu'il satisfait aux exigences d'un IC-CPD enfichable;
- e) informations destinées à l'utilisateur, précisant que l'IC-CPD doit être branché directement à la fiche, sans utiliser de câble prolongateur;
- f) informations sur les pannes détectées et les indications correspondantes fournies par le produit en pareil cas;
- g) informations précisant que les composants d'un IC-CPD enfichable ne doivent pas être connectés ni déconnectés tant que l'IC-CPD est utilisé (fiche de l'infrastructure branchée sur un socle ou prise mobile de véhicule raccordée à une embase de véhicule);
- h) liste d'instructions sur la manière de raccorder l'IC-CPD sur le socle et sur le véhicule, et sur la manière de le ranger correctement.

La conformité est vérifiée par examen.

7 Conditions normales d'exploitation en service et d'installation

7.1 Conditions normales

Les IC-CPD conformes à la présente Norme doivent pouvoir être exploités dans les conditions normales données au Tableau 5.

Tableau 5 – Conditions normales d'exploitation en service

Grandeur d'influence	Domaine d'emploi normal	Valeur de référence	Tolérances d'essai ^e
Température ambiante ^{a, f, h}	de -25 °C à +45 °C ^b	23 °C	5 °C
Altitude	Jusqu'à 2 000 m ^g		
Humidité relative (valeur maximale à 40 °C)	75 % ^c		
Champ magnétique d'origine extérieure	Inférieur ou égal à cinq fois le champ magnétique terrestre dans toutes les directions	Champ magnétique terrestre	^d
Fréquence	Valeur de référence ±5 %	Valeur assignée	±2 %
Distorsion de l'onde sinusoïdale	Inférieure ou égale à 5 %	Zéro	5 %

- ^a La valeur maximale de la température moyenne journalière est de +35 °C.
- ^b Des valeurs hors de ce domaine sont admises en cas de conditions climatiques plus sévères, après accord entre fabricant et utilisateur.
- ^c Des humidités relatives plus élevées sont admises à des températures plus basses (par exemple 90 % à 20 °C).
- ^d Il convient de ne pas utiliser les IC-CPD à proximité de forts champs magnétiques. Dans ce cas, des exigences supplémentaires peuvent être nécessaires.
- ^e Sauf indication contraire dans l'essai spécifique, les tolérances données sont applicables.
- ^f Des limites extrêmes de -40 °C et +85 °C pour les IC-CPD sont admissibles pendant le stockage et le transport.
- ^g Pour les altitudes plus élevées, il est nécessaire de prendre en compte la réduction de la rigidité diélectrique et l'effet de refroidissement de l'air. Par conséquent, conformément au Tableau 7, l'augmentation des lignes de fuite et des distances d'isolement doit être considérée et le fabricant doit fournir des informations supplémentaires sur les caractéristiques techniques en cas d'utilisation à des altitudes plus élevées.
- ^h Si l'IC-CPD est équipé d'une fiche conforme à une norme spécifiant une température normale maximale plus faible ou une température normale minimale plus élevée, c'est cette température qui s'applique à l'ensemble de l'IC-CPD. Pour les fiches conformes à l'IEC 60884-1, la température maximale est de 35 °C et la température minimale est de -5 °C, et pour les fiches conformes à l'IEC 60309-1, la température supérieure est de 40 °C et la température minimale de -25 °C, sauf si des performances plus élevées sont spécifiées par le fabricant.

7.2 Conditions d'installation

Les IC-CPD doivent être utilisés conformément aux instructions les concernant.

8 Exigences de construction et d'exploitation

8.1 Réalisation mécanique

Les IC-CPD doivent être conçus et construits de telle façon qu'en usage normal leur fonctionnement soit sûr et que les risques pour l'utilisateur ou l'environnement soient réduits à un minimum, même en cas de conditions de câblage incorrect du point de vue de la présente Norme.

Pour les appareils conformes aux classifications données en 4.3.2 (non démontables) et en 4.3.4, il doit être vérifié qu'il n'est pas possible de modifier le câblage de l'appareil sans laisser de dommage permanent et visible.

Pour les appareils conformes à la classification donnée en 4.3.3 (câblés par le fabricant), il doit être vérifié que l'utilisateur ne peut pas démonter l'appareil sans laisser de dommage permanent et visible.

Les IC-CPD enfichables conformes à la classification donnée en 4.3.4 doivent être munis d'un dispositif de retenue des accessoires lorsqu'ils sont connectés correctement, empêchant de les retirer par inadvertance.

Les IC-CPD enfichables conformes à la classification donnée en 4.3.4 ne doivent pas être utilisables sans que le dispositif de retenue ne soit engagé.

L'IC-CPD ne doit pas être utilisable tant que toutes les fonctions obligatoires ne sont pas correctement connectées.

Exception faite des fiches et de la prise mobile de véhicule, l'IC-CPD doit avoir, après assemblage comme en usage normal, un degré de protection minimal IPXXD conformément à l'IEC 60529.

Les composants des IC-CPD enfichables conformes à la classification donnée en 4.3.4 doivent avoir, avant qu'ils soient connectés l'un à l'autre, un degré de protection minimal IPXXB conformément à l'IEC 60529.

Une longueur maximale de cordon de 1,7 m est admise entre la fiche et le boîtier de fonctions.

NOTE 1 Dans les pays suivants, l'appareil de coupure du système de protection des personnes (IC-CPD) doit être situé à moins de 0,3 m de la fiche ou il doit être une partie intégrante de la fiche, conformément aux réglementations nationales: US, MX.

Si le ou les boîtiers de fonctions se trouvent à plus de 0,3 m de la fiche, ils doivent être résistants à l'écrasement selon les dispositions de 9.34.

Si une connexion électrique enfichable d'un IC-CPD enfichable conforme à la classification donnée en 4.3.4 est située à plus de 0,3 m de la fiche, elle doit être résistante à l'écrasement en position accouplée selon les dispositions de 9.34.

Pour les IC-CPD, le conducteur de protection doit être de couleur vert et jaune.

NOTE 2 Dans les pays suivants, le conducteur de protection peut être de couleur verte: US.

Aucune disposition de modification des caractéristiques d'exploitation différentielles des IC-CPD ne doit être prévue.

Les fiches des IC-CPD doivent être mécaniquement et électriquement compatibles avec le système de socles de prise de courant dans lequel elles sont destinées à être utilisées et les exigences de la Norme nationale doivent être utilisées. En cas d'absence d'exigences nationales, les exigences de l'IEC 60884-1 doivent s'appliquer pour les fiches à usage domestique et analogue, et l'IEC 60309 doit s'appliquer pour les fiches industrielles.

Il est recommandé d'utiliser des fiches avec des broches en laiton massif, dans le cas de fiches à broches.

NOTE 3 Dans les pays suivants, l'usage de broches en laiton massif est exigé: FR.

Des fiches industrielles avec détrompeur peuvent être employées dans certaines applications et certains domaines spécifiques, conjointement avec la série IEC 60309.

La série IEC 62196 s'applique pour ce qui concerne les prises mobiles de véhicule.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des Articles correspondants.

NOTE 4 Dans les pays suivants, l'IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.1.2 ou 4.1.3 doit satisfaire aux spécifications et aux exigences données à la fois en 4.1.2 et en 4.1.3: NO.

8.2 Connexions électriques enfichables d'IC-CPD enfichables conformes à la classification donnée en 4.3.4

8.2.1 Généralités

Les connexions d'un IC-CPD doivent être conçues de telle manière que seuls les accessoires conformes à 8.2 puissent être raccordés. Les composants d'un IC-CPD enfichable ne doivent pas pouvoir être accouplés d'une manière autre que celle qui a été prévue par le fabricant.

Si des composants de l'IC-CPD avec des courants assignés différents sont accouplables, un moyen automatique sur lequel l'utilisateur final ne peut pas agir doit être prévu pour limiter le courant maximal donné par le signal pilote de commande de l'IC-CPD au courant assigné le plus faible des composants.

Le fabricant doit spécifier le niveau minimal d'engagement de chaque contact de la connexion électrique à partir duquel celle-ci peut être utilisée à l'intensité de courant nominale.

La connexion doit satisfaire aux exigences de l'Article 22 de l'IEC 60309-1:1999, l'IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012, au niveau d'engagement minimal de chaque contact tel que spécifié par le fabricant pour une utilisation à l'intensité de courant nominale.

Pour les connexions électriques enfichables destinées à être branchées ou débranchées par l'utilisateur final ou d'autres personnes, le montage, le remplacement ou l'échange de composants de l'ensemble IC-CPD doit s'effectuer conformément aux essais de l'IEC 60309-1.

- Seuls des accessoires conformes à la classification donnée en 6.1.3 de l'IEC 60309-1:1999 en tant qu'accessoires avec contact de mise à la terre doivent être utilisés.
- Seuls des accessoires conformes à la classification donnée en 6.1.4 de l'IEC 60309-1:1999 en tant que fiches et connecteurs non démontables doivent être utilisés.
- Seuls des socles et des prises mobiles conformes à la classification donnée en 6.1.8 de l'IEC 60309-1:1999 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 en tant qu'accessoires ayant un degré de protection minimum IPXXB doivent être utilisés.
- Le dispositif de retenue peut être rendu inopérant avant l'essai, si cela a été convenu avec le fabricant.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais des Articles correspondants.

8.2.2 Degré de protection de la connexion électrique enfichable contre l'intrusion d'objets étrangers solides et d'eau, pour un IC-CPD enfichable

Tous les accessoires doivent avoir un degré de protection IP55 en position accouplée.

Tous les accessoires doivent avoir un degré de protection IP24 en position non accouplée. Le degré de protection IP24 peut s'obtenir en dotant l'accessoire d'un couvercle ou d'un capuchon.

8.2.3 Pouvoir de coupure de la connexion électrique enfichable d'IC-CPD enfichable

Le pouvoir de coupure doit être soumis à essai conformément à l'Article 20 de l'IEC 60309-1:1999 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 en utilisant un courant de 2 A ou un courant spécifié par le fabricant, selon celui qui se révèle être le plus faible.

Les essais en charge doivent être réalisés conformément à l'Article 21 de l'IEC 60309-1:1999, l'IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 en utilisant un courant de 2 A ou un courant spécifié par le fabricant, selon celui qui se révèle être le plus faible.

Le nombre d'essais à vide selon l'Article 21 de l'IEC 60309-1:1999, l'IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 doit être déterminé par le courant assigné et par le nombre de cycles correspondant tel que donné au Tableau 7 de l'IEC 60309-1:1999 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012.

S'il n'est pas destiné à limiter la charge, le pouvoir de coupure maximal doit être fourni. Dans ce cas, le 8.2.4 ne s'applique pas.

8.2.4 Exigences supplémentaires

Les exigences supplémentaires sont comme suit:

- a) Pour les connexions électriques enfichables situées entre les contacts de la fiche et le mécanisme de contact contrôlé par la fonction pilote de l'IC-CPD, un moyen doit être fourni pour:
- la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact non engagé correctement dans son contact homologue;
 - la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact en train d'être enfiché, tant que ce dernier n'est pas encore engagé au moins au niveau minimum tel que spécifié par le fabricant pour une utilisation à l'intensité de courant nominale;
 - la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact en train d'être déconnecté, tant que ce dernier est encore engagé au moins au niveau minimum tel que spécifié par le fabricant pour une utilisation à l'intensité de courant nominale.

La conformité est vérifiée par examen.

- b) Pour les connexions électriques enfichables situées entre les contacts du connecteur du véhicule et le mécanisme de contact contrôlé par la fonction pilote de l'IC-CPD, un moyen doit être fourni pour::
- la limitation de la tension sur chaque contact d'un accessoire non engagé suffisamment dans son contact homologue pour assurer un degré de protection IPXXD à 30 V CA ou 60 V CC;
 - la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact non engagé correctement dans son contact homologue;
 - la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact en train d'être enfiché, tant que ce dernier n'est pas encore engagé au moins au niveau minimum tel que spécifié par le fabricant pour une utilisation à l'intensité de courant nominale;
 - la limitation à 2 A ou à son pouvoir de coupure maximal, selon la valeur qui se révèle être la plus faible, de la charge sur chaque contact en train d'être déconnecté, tant que ce dernier est encore engagé au moins au niveau minimum tel que spécifié par le fabricant pour une utilisation à l'intensité de courant nominale.

La conformité est vérifiée par examen.

8.3 Construction

8.3.1 Généralités

Il ne doit pas être possible de démonter l'IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.3.2.

Si l'IC-CPD est prévu avec un moyen de suspension, les essais correspondants indiqués dans l'IEC 60884-1:2002, l'IEC 60884-1:2002/AMD1:2006 et l'IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, 24.1, 24.11, 24.12 et 24.13 doivent être effectués.

Les parties de l'assemblage conforme à la classification donnée en 4.3.3 doivent être solidement assemblées et il ne doit pas être possible de les démonter sans avoir recours à un outil.

A l'exception des connexions enfichables des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.4, il ne doit pas être possible de démonter l'IC-CPD sans avoir recours à un outil spécifique.

Le contrôleur de fonction pilote de commande ne doit pas pouvoir fermer l'appareil de connexion:

- dans le cas d'un premier défaut au sein du contrôleur de fonction pilote de commande;
- dans le cas d'un premier défaut au niveau du circuit de commande de l'appareil de connexion;
- après un défaut de courant résiduel sans réarmement de l'IC-CPD.

Dans des conditions de premier défaut de la fonction pilote de commande (MLI), aucune situation de surcharge critique ne doit se produire.

La conformité est vérifiée par analyse de défaut effectuée par le fabricant (par ex. AMDE).

NOTE 1 En France, pour un courant assigné supérieur à 8 A, les connexions démontables de la fiche à usage domestique sont interdites. La connexion entre les fiches à usage domestique et le câble doit utiliser des terminaisons de câble (voir définition 3.2.3).

NOTE 2 En Suisse, il est recommandé d'utiliser des accessoires conformes à l'IEC 60309-2 pour des connexions en mode 2 de plus de 8 A (2 kVA).

8.3.2 Terminaisons des IC-CPD

Les terminaisons des IC-CPD doivent être placées ou protégées de telle façon qu'elles ne puissent pas créer de situation dangereuse.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.4.

8.3.3 Enveloppe des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3

L'enveloppe d'IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3 doit entièrement recouvrir les bornes et les extrémités des câbles souples et des cordons.

La construction doit être telle que les âmes des conducteurs puissent être raccordées correctement et que, lorsque l'appareil est câblé et assemblé comme en usage normal, il n'y ait pas de risque que:

- les conducteurs soient pressés les uns contre les autres;
- un conducteur dont l'âme est raccordée à une borne sous tension entre en contact avec les parties métalliques accessibles;
- un conducteur dont l'âme est raccordée à la borne de terre entre en contact avec les parties actives.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

8.3.4 Vis ou écrous de bornes d'IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3

L'IC-CPD doit être conçu de telle sorte que les vis ou que les écrous des bornes ne peuvent pas se desserrer ou se déplacer de manière à établir un contact électrique entre des parties actives et la borne de terre ou des parties métalliques raccordées à la borne de terre.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

8.3.5 Contraintes sur les conducteurs des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3 doivent être conçus avec suffisamment de place pour qu'il y ait du mou dans le conducteur de terre; il convient que, de cette façon, si le passe-fils lâche, la connexion du conducteur de terre soit soumise à une traction après les connexions des conducteurs sous tension et que, en cas de traction extrême, le conducteur de terre ne casse qu'après les conducteurs sous tension.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.22.

8.3.6 Exigences supplémentaires applicables aux IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3

Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3, les exigences supplémentaires suivantes s'appliquent:

- la façon de réaliser la protection contre la traction et la torsion doit être explicite;
- l'arrêt de câble, en tout ou en partie, doit être incorporé ou fixé en permanence à une des parties du composant;
- des méthodes de fortune, telles que faire un nœud au câble ou au cordon ou nouer les extrémités avec une ficelle ne doivent pas être utilisées;
- les arrêts de câble doivent être adaptés aux différents types de câbles souples ou de cordons qui peuvent y être connectés et leur efficacité ne doit pas dépendre de l'assemblage des parties du corps;
- les arrêts de câble doivent être en matière isolante ou être munis d'un revêtement isolant fixé aux parties métalliques;
- les parties métalliques de l'arrêt de câble, le cas échéant, y compris les vis de serrage, doivent être isolées du circuit de terre.

La conformité est vérifiée par examen de la construction et des documents fournis par le fabricant.

8.3.7 Parties isolantes maintenant en place les parties sous tension

Elles doivent être solidement fixées.

La conformité est vérifiée par examen et par un essai manuel.

8.3.8 Vis pour IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3

L'emploi de rondelles serrantes en carton ou matière analogue est considéré comme un moyen approprié pour maintenir en place les vis qui doivent être imperdables.

La conformité est vérifiée par examen.

8.3.9 Moyens de suspension sur un mur ou d'autres surfaces de montage

Un IC-CPD avec des moyens de suspension montés ou non montés doit satisfaire aux exigences de protection contre les chocs électriques données en 8.5.

Méthode de vérification à l'étude.

8.3.10 Fiche faisant partie intégrante d'un matériel enfichable

Si une fiche fait partie intégrante d'un matériel enfichable, celui-ci ne doit pas provoquer un échauffement exagéré des broches.

Pour les fiches ayant des courants et des tensions assignés jusqu'à et y compris 16 A et 250 V, la conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.6.

L'IC-CPD ne doit pas imposer de contraintes exagérées sur les socles fixes.

Pour un IC-CPD doté d'une fiche à usage domestique et analogue, la conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.23.

8.3.11 Câbles et cordons souples et leur raccordement

8.3.11.1 Arrêt de câble

Toutes les parties d'un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.3.3 et en 4.3.4, s'il y a lieu, doivent être équipées d'un arrêt de câble de façon que les conducteurs ne soient pas soumis à des contraintes, y compris en torsion, lorsqu'ils sont connectés à des bornes ou à des terminaisons et que leur revêtement soit protégé de l'abrasion.

La gaine éventuelle du câble doit être serrée dans l'arrêt de câble.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai donné en 9.24.

8.3.11.2 Section transversale minimale

Les IC-CPD doivent être munis d'un câble cuivre souple conformément à l'IEC 60227 ou à l'IEC 60245.

NOTE L'IEC 62893 pour les câbles de charge des VE est en cours de développement.

Les sections transversales minimales des conducteurs de charge et du conducteur de terre sont données dans le Tableau 6, en fonction des valeurs limites de courant données par le signal pilote de commande.

Tableau 6 – Section transversale minimale d'un câble ou cordon souple

Valeur limite de courant donnée par le signal pilote de commande	Section transversale minimale mm ²	Taille AWG 1Ø
≤ 13 A	1,5	16
13 A < I ≤ 15 A	2,5	14
15 A < I ≤ 20 A	2,5	14
20 A < I ≤ 30 A	6	10
30 A < I ≤ 32 A	6	10

Le fil pilote de commande doit avoir une section transversale minimale de 0,5 mm²/AWG20.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et en vérifiant que les câbles ou cordons souples sont conformes à la série IEC 60227 ou à la série IEC 60245, selon les cas.

8.3.11.3 Pliage

Les parties d'IC-CPD doivent être conçues de façon que le câble ou cordon souple soit protégé contre un pliage excessif à l'entrée de l'appareil.

Les dispositifs de protection prévus à cet effet doivent être en matière isolante et doivent être fixés de façon sûre.

NOTE Des ressorts métalliques hélicoïdaux, nus ou recouverts de matière isolante ne conviennent pas pour servir de dispositifs de protection.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai donné en 9.25.

8.4 Performances électriques

8.4.1 Circuit du conducteur de protection

Le contact commuté à l'intérieur du circuit du conducteur de protection, le cas échéant, doit assurer une pression de contact appropriée et ne doit pas se détériorer en utilisation normale.

Le conducteur de protection peut passer dans le tore de détection tant que l'unité satisfait à l'essai d'exploitation approprié.

Il doit être vérifié par examen que le circuit du conducteur de protection ne comporte aucun appareil à semi-conducteurs branché en série.

La conformité est vérifiée par l'essai d'échauffement donné en 9.6.2, l'essai de court-circuit résiduel donné en 9.9.2.3 et l'essai de court-circuit conditionnel donné en 9.9.2.4 c).

8.4.2 Mécanisme de contact

Chaque conducteur de ligne, le cas échéant, et le conducteur neutre de l'IC-CPD doivent être munis de contacts de commutation. Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.4.2, le conducteur de protection doit être muni d'un contact de commutation. Les contacts de ligne, le cas échéant, et le contact de neutre doivent être couplés mécaniquement ou électriquement de telle façon qu'ils s'établissent et se coupent pratiquement en même temps.

Le contact du conducteur de protection, le cas échéant, peut être couplé mécaniquement ou électriquement aux contacts de ligne et de neutre.

Le contact de commutation du circuit du conducteur de protection, le cas échéant, doit se fermer avant et s'ouvrir après les contacts de commutation des conducteurs sous tension ou se fermer et s'ouvrir pratiquement en même temps que les conducteurs sous tension.

Il est permis de mettre l'IC-CPD hors tension lorsqu'il est alimenté comme en usage normal. Un appareil d'essai peut être utilisé à cette fin.

L'IC-CPD doit disposer de moyens de réarmement manuel après un déclenchement dû à un courant différentiel. Cela peut se faire par des moyens dédiés ou en le déconnectant du socle.

NOTE Les pays suivants autorisent le réarmement automatique après un auto-essai concluant, avec les limitations imposées par les Articles 14.3 et 17.7 de l'UL 2231-2: US.

Un appareil d'essai peut être fourni.

Une vérification automatique doit assurer la détection des fermetures intempestives de contacts.

L'IC-CPD doit avoir un indicateur qui montre l'état des contacts et fournit une indication ou une réponse claire en cas de fermetures intempestives de contacts.

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 fabricant est considéré comme une partie non amovible.

La conformité aux exigences ci-dessus est vérifiée par examen et par les essais pertinents donnés en 9.7.

8.4.3 Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (voir l'Annexe C)

Les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite ne doivent pas être inférieures aux valeurs indiquées au Tableau 7 lorsque l'IC-CPD est monté comme en usage normal. Les valeurs du Tableau 7 se basent sur l'IC-CPD conçu pour une exploitation dans un environnement avec un degré de pollution 2 et une surtension de catégorie II.

NOTE Dans le cas d'altitudes, de degrés de pollution ou de catégorie de surtension plus élevés, les lignes de fuite et les distances d'isolement appropriées sont définies dans l'IEC 60664-1.

La conformité à l'élément 1 du Tableau 7 est vérifiée par mesurage ou par l'essai donné en 9.5.5.3.1 et 9.5.5.3.2. L'essai est mené sur des échantillons non soumis au traitement d'humidité décrit en 9.5.1.

Les lignes de fuite des éléments 2 et 4 peuvent être réduites à la condition que les lignes de fuite mesurées ne soient pas inférieures au minimum admis dans l'IEC 60664-1 pour des conditions de champ homogènes. Dans ce cas, après le traitement d'humidité décrit en 9.5.1, la conformité des éléments 2 et 4 et les dispositions des éléments b), c), d) et e) de 9.5.2 sont vérifiées dans l'ordre suivant:

- essais selon 9.5.2;
- essai selon 9.5.5.2 appliqué avec les tensions d'essai données au Tableau 18 et les dispositions d'essai des éléments b), c), d), et e) de 9.5.2.

Si la mesure ne montre aucune réduction de ligne de fuite, l'essai 9.5.5.2 n'est pas réalisé.

Un double isolement ou un isolement renforcé doit être prévu en amont des contacts d'interruption de l'IC-CPD, entre parties sous tension, et donc dangereuses, et:

- les surfaces accessibles des moyens d'exploitation;
- les vis ou autres organes de fixation des capots qui peuvent être retirés lorsque le connecteur est fixé;
- les parties métalliques accessibles.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.5.5.2. La tension d'essai doit être multipliée par 1,6.

Toutes les mesures exigées en 8.4.3 doivent être effectuées dans la séquence d'essai A sur 1 échantillon et les essais 9.5.5.2 doivent être effectués avant 9.5.1 sur 3 échantillons de la séquence d'essai B.

Les matériaux isolants sont classés en groupes de matériaux en fonction de leur indice de résistance au cheminement (IRC), conformément à 4.8.1 de l'IEC 60664-1:2007.

Pour les fiches à usage domestique et en cas d'existence d'une Norme nationale, la Norme nationale pertinente s'applique. En l'absence de Norme nationale pertinente, l'IEC 60884-1 s'applique.

Pour les fiches industrielles, la série IEC 60309 s'applique.

Pour les prises mobiles de véhicule, l'IEC 62196-1 ou l'IEC 62196-2 s'applique.

La vérification des lignes de fuite et des distances d'isolement pour les cartes de circuits imprimés est effectuée au moyen des essais donnés en 9.27.

Tableau 7 – Distances d'isolement et lignes de fuite minimales
(tension assignée 230 V, 230/400 V)

	Distances d'isolement minimales ^g mm				Lignes de fuite minimales ^{c, g} mm											
					Groupe IIIa ^d (175 V ≤ IRC < 400 V) ^b				Groupe II (400 V ≤ IRC < 600 V) ^b				Groupe I (600 V ≤ IRC) ^b			
	Tension assignée V ^e				Tension locale V											
	U_{im} 1,5 kV	U_{imp} 2,5 kV														
Description	120	250	230/ 400	480	120	250	400	480	120	250	400	480	120	250	400	480
1. entre parties sous tension qui sont séparées lorsque les contacts sont en position ouverte ^a	0,5	1,5			1,5	2,5	4,0	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
2. entre parties sous tension de polarité différente	0,5	1,5			1,5	2,5	4,0	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
3. vide																
					Tension assignée V											
					120	250	230/ 400	480	120	250	230/ 400	480	120	250	230/ 400	480
4. en aval des contacts d'interruption de l'IC-CPD, entre parties sous tension et - les surfaces accessibles des moyens d'exploitation - les vis ou autres organes de fixation des capots qui peuvent être retirés lorsque le connecteur est fixé - les parties métalliques accessibles ^f - la protection équipotentielle	0,5	1,5			1,5	2,5	4	5	1,0 5	1,8	2,8	3,6	0,75	1,5	2,0	2,5
5. en amont des contacts d'interruption de l'IC-CPD, entre parties sous tension et - les surfaces accessibles des moyens d'exploitation																

	Distances d'isolement minimales ^g mm		Lignes de fuite minimales ^{c, g} mm											
			Groupe IIIa ^d (175 V ≤ IRC < 400 V) ^b				Groupe II (400 V ≤ IRC < 600 V) ^b				Groupe I (600 V ≤ IRC) ^b			
	Tension assignée V ^e		Tension locale V											
	U_{im} 1,5 kV	U_{imp} 2,5 kV												
- les vis ou autres organes de fixation des capots qui peuvent être retirés lorsque le connecteur est fixé - les parties métalliques accessibles ^f	1,5	3	2,5	5	8	10	2,1	3,6	5,6	7,2	1,5	3	4	5
NOTE 1 Les parties du chemin du neutre, le cas échéant, sont considérées comme des parties sous tension.														
NOTE 2 Les distances d'isolement et les lignes de fuite du circuit secondaire et entre les enroulements primaires du transformateur de l'IC-CPD ne sont pas considérées.														
a Pour les contacts auxiliaires et de commande, les valeurs sont données dans la norme correspondante.														
b Voir l'IEC 60112.														
c L'interpolation est admise lors de la détermination des lignes de fuite correspondant à des valeurs de tension intermédiaires par rapport à celles listées comme tension locale. S'il y a interpolation, l'interpolation linéaire doit être utilisée et les valeurs doivent être arrondies au même nombre de décimales que les valeurs issues des tableaux. Pour la détermination des lignes de fuite voir l'Annexe C.														
d Pour le groupe de matériaux IIIb (100 V ≤ IRC < 175 V) les valeurs applicables sont celles du groupe IIIa, multipliées par 1,6.														
e La tension assignée est la tension d'emploi maximale à la terre.														
f Y compris une feuille métallique en contact avec les surfaces en matière isolante qui sont accessibles après installation comme en usage normal. La feuille est poussée dans les coins, les rainures, etc., au moyen d'un fil d'essai conformément à 9.4 (voir Figure 9).														
g Pour des altitudes de 3 000 m, les valeurs doivent être multipliées par 1,14. Pour 4 000 m, elles doivent être multipliées par 1,29.														

8.5 Protection contre les chocs électriques

8.5.1 Généralités

Les IC-CPD doivent être conçus de manière à ce que les parties sous tension ne soient pas accessibles s'ils sont utilisés conformément aux instructions du fabricant.

Les parties extérieures autres que les vis ou autres organes de fixation des capots et étiquettes, qui sont accessibles lorsque l'IC-CPD est utilisé dans des conditions normales, doivent être soit en matière isolante, soit entièrement revêtues de matière isolante, à moins que les parties sous tension ne soient enfermées dans une enveloppe intérieure en matière isolante.

Le revêtement doit être fixé de façon à ne pas risquer d'être perdu. Il doit avoir une épaisseur et une résistance mécanique suffisantes et doit assurer une protection efficace même aux endroits présentant des angles vifs.

Les entrées de câbles doivent être soit en matière isolante, soit munies de manchons ou d'appareils analogues en matière isolante. Ces appareils doivent être fixés de façon sûre et doivent avoir une résistance mécanique suffisante.

Les parties accessibles des organes d'exploitation doivent être en matière isolante.

Les parties métalliques du mécanisme ne doivent pas être accessibles. Elles doivent être en outre isolées de toutes les parties métalliques accessibles, y compris les bâtis métalliques, les plaques, les vis ou les autres organes de fixation ou de support.

Le vernis et l'émail ne sont pas considérés comme assurant un isolement suffisant au sens du 8.5.1.

La conformité est vérifiée par examen et par les essais donnés en 9.4.

8.5.2 Exigences relatives aux fiches, qu'elles soient incorporées ou non dans des éléments complets

Les fiches à usage domestique et analogue sont couvertes par les exigences des Normes nationales. En l'absence de Norme nationale, l'IEC 60884-1 s'applique.

Pour les fiches industrielles, la série IEC 60309 s'applique.

8.5.3 Degré de protection du boîtier de fonctions

Le degré de protection du boîtier de fonctions après assemblage comme en usage normal ne doit pas être inférieur à IP55. Cela signifie également que toutes les connexions entre le boîtier de fonctions et les autres composants d'un IC-CPD enfichable sont accouplées.

Cette exigence ne s'applique pas à la fiche insérée dans un socle normalisé, notamment dans le cas d'un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.2.3.

Les essais appropriés de l'IEC 60529 s'appliquent.

Les conditions d'essai pour le boîtier de fonctions en ce qui concerne le premier et le deuxième numéro du code IP conformément à l'IEC 60529 s'appliquent de la manière suivante:

- les échantillons doivent être soumis à essai dans des positions différentes choisies au hasard, le cas échéant;
- les échantillons ne sont pas raccordés à la tension d'alimentation;
- l'essai à la poussière est effectué dans une enveloppe de catégorie 2.

En plus de l'exigence IP, le boîtier de fonctions doit être soumis à l'essai suivant:

- procédure d'essai conformément à 14.2.7 de l'IEC 60529:1989 avec la partie supérieure de l'enveloppe placée à 5 cm sous l'eau.

Après essai selon les conditions d'essais spécifiées en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$ et ne doit pas déclencher avec un courant $I_{\Delta n0}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

8.5.4 Exigences relatives aux prises mobiles de véhicule

Pour les prises mobiles de véhicule, la série IEC 62196 s'applique.

8.6 Propriétés diélectriques

Les IC-CPD doivent avoir des propriétés diélectriques adéquates.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.5.

8.7 Échauffements

Les échauffements des diverses parties d'un IC-CPD spécifiées au Tableau 8, mesurés dans les conditions spécifiées en 9.6, ne doivent pas dépasser les limites indiquées dans ce tableau.

L'IC-CPD ne doit pas subir de dommages de nature à nuire à son fonctionnement et à sa sûreté.

Tableau 8 – Valeur des échauffements

Pièces a, b, c	Essais d'échauffement d K
Contacts ou bornes de connexions externes	50
Pièces ayant une forte probabilité d'être touchées: métalliques non métalliques	30 50
NOTE Au Royaume-Uni la limite d'échauffement est de 52 K dans les systèmes de fiches et socles avec fusible.	
a Aucune valeur n'est spécifiée pour les contacts; cela tient au fait que la conception de la plupart des IC-CPD est telle que la mesure directe de la température de ces parties ne peut pas être effectuée sans risque d'altération ou de déplacement de certaines parties, ce qui est susceptible d'affecter la reproductibilité des essais. L'essai donné en 9.17.2 est considéré comme suffisant pour la vérification indirecte du comportement des contacts vis-à-vis d'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 dommage et le fonctionnement de l'IC-CPD ne doit pas être affecté. c Pour les fiches, prises mobiles et câbles, les valeurs correspondantes des normes relatives à chaque produit s'appliquent. d Valeurs découlant de durées de contact de 4 s, provenant du Guide IEC 117.	

8.8 Caractéristiques d'exploitation

8.8.1 Généralités

Les IC-CPD doivent avoir des caractéristiques d'exploitation adéquates.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7.

8.8.2 Caractéristiques d'exploitation pour une connexion sûre

Il doit être vérifié que le conducteur de protection est connecté au véhicule côté charge.

La conformité à l'exigence ci-dessus est vérifiée par l'essai donné en 9.7.9.

L'IC-CPD doit satisfaire aux exigences supplémentaires données en 5.1 pour les défauts d'alimentation définis en 3.3.1.5, et pour les conditions de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, définies en 3.3.3.18 (voir 8.22). Les conditions de conducteur de

protection sous tension, donc dangereux, ne s'appliquent qu'à l'IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2.

8.8.3 Caractéristiques d'exploitation avec courants différentiels alternatifs et courants différentiels ayant une composante continue

Les temps d'exploitation de l'IC-CPD doivent être conformes au Tableau 2 en présence de courants différentiels alternatifs de fréquence assignée et de courants différentiels ayant une composante continue.

Le fonctionnement correct doit également être vérifié en cas de courants différentiels continus pulsés auxquels sont superposés des courants continus lissés.

L'IC-CPD doit également détecter et couper les courants différentiels résiduels composés.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7.3, 9.7.4 et 9.7.56.

8.8.4 Caractéristiques d'exploitation avec courant résiduel continu lissé

L'IC-CPD doit assurer que les courants résiduels continus lissés ne dépassent pas la valeur de 6 mA et garantir un temps d'exploitation conforme au Tableau 3 en cas de dépassement de cette limite.

NOTE Concernant cette exigence, voir également l'Avant-propos.

La conformité est vérifiée par les essais données en 9.7.6.

8.8.5 Comportement de l'IC-CPD après un déclenchement dû à un courant différentiel

Après déclenchement dû à un courant différentiel, il ne doit pas être possible d'effectuer une refermeture sans intervention de l'utilisateur.

L'intervention de l'utilisateur doit provoquer le lancement d'un auto-essai avant la charge.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.13.

8.8.6 Courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé

Les IC-CPD exploités sur alimentation biphasée (conformes à la classification donnée en 4.1.3) doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière du courant résiduel continu pulsé issu de circuits redresseurs dans les limites de 3,5 mA et 7 mA.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7.11 a).

Les IC-CPD exploités sur alimentation biphasée doivent fonctionner en réponse à l'apparition soudaine d'un courant résiduel continu pulsé issu de circuits redresseurs conformément aux valeurs limites spécifiées dans le Tableau 4.

La conformité est vérifiée par les essais données en 9.7.11 b).

8.8.7 Courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.4 doivent fonctionner en réponse à une augmentation régulière du courant résiduel continu pulsé issu de circuits redresseurs dans les limites de 3,1 mA et 6,2 mA.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7.12 a).

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.4 doivent fonctionner en réponse à l'apparition soudaine d'un courant résiduel continu pulsé issu de circuits redresseurs conformément aux valeurs limites spécifiées dans le Tableau 4.

La conformité est vérifiée par les essais données en 9.7.12 b).

8.9 Endurance mécanique et électrique

Les IC-CPD doivent être capables d'effectuer un nombre approprié d'opérations mécaniques et électriques.

L'IC-CPD 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 conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.8.1 et 9.8.2.

8.10 Tenue aux courants de courts-circuits

Les IC-CPD doivent être capables d'effectuer un nombre spécifié d'opérations de courts-circuits.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.9.

8.11 Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts

Les IC-CPD doivent avoir une résistance mécanique appropriée pour supporter les contraintes qui leur sont imposées pendant le raccordement et l'utilisation.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.10.

8.12 Résistance à la chaleur

Les IC-CPD doivent être suffisamment résistants à la chaleur.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.11.

8.13 Résistance à la chaleur anormale et au feu

Les parties extérieures en matière isolante des IC-CPD ne doivent pas être susceptibles de s'enflammer et de propager le feu si des parties transportant le courant, à leur voisinage, dans des conditions de défaut ou de surcharge, atteignent une température élevée.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.12.

8.14 Performance de la fonction d'essai

Les IC-CPD doivent être munis d'un auto-essai lancé automatiquement afin de vérifier l'aptitude de l'IC-CPD à détecter un courant différentiel. L'auto-essai doit couvrir toute la chaîne fonctionnelle comprenant la détection et l'évaluation du courant différentiel. Le mécanisme de contact est exclu.

L'auto-essai automatique doit être effectué à chaque fois:

- que l'IC-CPD est connecté à l'alimentation;

- que le connecteur de véhicule est connecté au véhicule (applicable uniquement s'il est connecté à l'alimentation) ou dès lors que le véhicule a demandé le lancement d'un cycle de charge.

Un seul auto-essai est suffisant par période de 10 min.

La période de 10 min doit être comprise comme suit: Si un auto-essai a déjà été effectué au cours des 10 dernières min, un nouvel auto-essai n'est pas exigé lors de la mise en marche de l'alimentation ou de la connexion au véhicule. Il n'est pas non plus exigé d'effectuer un auto-essai toutes les 10 min.

La fermeture du contact ne doit être effectuée qu'en cas de résultat positif lors de l'auto-essai.

Les pannes détectées, y compris les cas de contacts fermés par inadvertance, doivent avoir pour conséquence de ne pas charger le VE en utilisant le signal MLI. La détection d'un contact fermé par inadvertance doit également avoir pour résultat de fermer le contact du conducteur de protection si ce dernier est de type commuté.

Un échec de l'auto-essai doit être indiqué.

Le fonctionnement de l'IC-CPD doit être tel que le conducteur de protection de l'installation ne doit pas être mis sous tension et le circuit côté charge ne doit pas être alimenté durant l'auto-essai.

La vérification est faite par examen et par des essais sur un échantillon spécial préparé comme décrit en 9.13.

8.15 Comportement en cas de perte de la tension d'alimentation

Les essais doivent vérifier le fonctionnement de l'IC-CPD à l'intérieur de sa plage de tension conformément à la classification.

L'IC-CPD doit fonctionner correctement pour toute valeur de la tension d'alimentation comprise entre 0,85 fois et 1,1 fois la tension assignée.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7 et 9.14.

L'IC-CPD doit s'ouvrir automatiquement en cas de chute de tension et relancer le cycle de charge lorsque la tension d'alimentation est rétablie.

Cependant, après un déclenchement dû à un défaut de courant résiduel suivi par une chute de la tension d'alimentation, le cycle de charge ne doit pas être relancé automatiquement lorsque la tension d'alimentation est restaurée.

Conformément à l'IEC TS 62763, l'IC-CPD doit s'ouvrir automatiquement en cas de chute de tension et relancer le cycle de charge conformément à l'IEC TS 62763, lorsque la tension d'alimentation est restaurée.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.14.

8.16 Tenue des IC-CPD aux déclenchements indésirables dus aux ondes de courant à la terre résultant de tensions de choc

Les IC-CPD doivent supporter les tensions de choc de façon appropriée.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.16.

8.17 Contrôleur de fonction pilote de commande

Le circuit pilote de commande doit être conforme à l'IEC TS 62763.

Les valeurs de MLI ne doivent pas autoriser un courant dépassant les valeurs assignées de l'IC-CPD.

La conformité est vérifiée par des essais conformes à l'IEC TS 62763.

8.18 Fiabilité

Les IC-CPD doivent encore fonctionner de façon sûre, même après un cycle de vie prolongé, en tenant compte du vieillissement de leurs composants.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.17, 9.18 et 9.29.

8.19 Résistance aux courants de cheminement

Les parties en matériau isolant en contact avec les parties sous tension doivent être résistantes aux courants de cheminement.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.19.

8.20 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les essais CEM doivent être réalisés selon 9.26.

8.21 Comportement de l'IC-CPD à une température de l'air ambiant faible

Les IC-CPD doivent fonctionner de façon fiable à leurs limites de températures d'air ambiant.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.7.3.7 et 9.7.3.8.

8.22 Fonctionnement dans des conditions de défaut d'alimentation et de conducteur de protection sous tension, donc dangereux

L'IC-CPD doit satisfaire aux exigences supplémentaires données en 5.1 pour les défauts d'alimentation définis en 3.3.1.5, et pour les conditions de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, définies en 3.3.3.18. Les conditions de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, ne s'appliquent qu'à l'IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2.

La conformité à l'exigence ci-dessus est vérifiée par l'essai donné en 9.7.7.

8.23 Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal

Le courant s'écoulant dans les conditions normales du côté alimentation de l'IC-CPD vers le conducteur de protection ne doit pas dépasser 1 mA en valeur efficace à $1,1 U_e$ en position ouverte et 1,5 mA en valeur efficace en position fermée.

NOTE La valeur en position fermée tient compte de la capacité correspondant à la longueur de câble.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.7.10.

8.24 Comportement dans des conditions environnementales spécifiques

Les IC-CPD doivent fonctionner de manière fiable dans des conditions environnementales spécifiques telles que:

- résistance à des contraintes chimiques;
- rayonnement solaire;
- rayonnements ultraviolets (UV);
- environnements côtiers;
- en cas d'écrasement par un véhicule (le cas échéant);
- après un stockage à basse température.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.29 à 9.35.

8.25 Résistance aux vibrations et aux chocs

L'IC-CPD doit avoir une résistance appropriée aux vibrations et aux chocs.

La conformité est vérifiée par les essais donnés en 9.36.

9 Essais

9.1 Généralités

9.1.1 Ouverture et fermeture des contacts

En l'absence de cycle d'exploitation spécifique décrit pour les essais nécessitant l'ouverture ou la fermeture de contacts, le contrôleur de fonction pilote de commande avec un signal MLI approprié doit être utilisé pour faire fonctionner l'IC-CPD en effectuant une simulation des différents états de véhicule tels que décrits par l'IEC TS 62763. A cet effet, une maquette spéciale assemblée peut être utilisée.

La séquence d'ouverture et de fermeture doit être déclenchée par la fonction pilote de commande.

Le contrôleur de fonction pilote de commande comprenant le signal MLI est défini dans l'IEC TS 62763.

9.1.2 Essais de type

Les caractéristiques des IC-CPD sont vérifiées au moyen d'essais de type.

Les essais de type exigés dans la présente Norme sont énumérés au Tableau 9.

NOTE Les fiches qui ont déjà été soumises aux essais de type relatifs à la norme appropriée peuvent ne pas être à nouveau soumises à des essais.

Tableau 9 – Liste des essais de type

Essais	Paragraphe
– Indélébilité du marquage	9.3
– Protection contre les chocs électriques	9.4
– Propriétés diélectriques	9.5
– Essai d'échauffement	9.6
– Caractéristique d'exploitation	9.7
– Endurance mécanique et électrique	9.8
– Comportement des IC-CPD en cas de surintensité	9.9
– Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	9.10
– Résistance à la chaleur	9.11
– Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu	9.12
– Vérification de la fonction de courant résiduel par auto-essai	9.13
– Comportement des IC-CPD en cas de perte de la tension d'alimentation	9.14
– Valeurs limites du courant de non-exploitation en cas de surintensité	9.15
– Tenue aux déclenchements indésirables dus aux ondes de courant à la terre résultant de tensions de choc	9.16
– Fiabilité	9.17
– Résistance au vieillissement	9.18
– Résistance aux courants de cheminement	9.19
– Essais sur les broches pourvues de gaines isolantes	9.20
– Résistance mécanique des broches non massives des fiches	9.21
– Effets d'une contrainte sur les conducteurs	9.22
– Couple exercé par les IC-CPD sur les socles fixes	9.23
– Essais des arrêts de câble	9.24
– Essai de flexion des IC-CPD non démontables	9.25
– Compatibilité électromagnétique (CEM)	9.26
– Essais remplaçant les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement	9.27
– Vérifications pour les composants électroniques unitaires utilisés dans les IC-CPD	9.28
– Contraintes chimiques	9.29
– Essai thermique sous rayonnement solaire	9.30
– Rayonnement ultraviolet	9.31
– Essai de vapeur et de brouillard salin pour les environnements marins et côtiers	9.32
– Essai de vapeur chaude pour les environnements tropicaux	9.33
– Essai d'écrasement par les véhicules	9.34
– Essai de basse température de stockage	9.35
– Essai de chocs et de vibrations	9.36

9.1.3 Séquences d'essai

En vue d'une vérification de la conformité à la présente Norme, les essais de type sont effectués selon une séquence d'essai.

Les séquences d'essai et le nombre d'échantillons à soumettre sont indiqués à l'Annexe A.

Sauf indication contraire, chaque essai de type (ou séquence d'essais de type) est effectué sur des IC-CPD neufs et propres, les grandeurs d'influence ayant leurs valeurs de référence normales (voir Tableau 5).

Le cas échéant, le fusible intégré non remplaçable d'un IC-CPD ne doit pas s'ouvrir pendant les essais sauf mention contraire.

9.1.4 Essais individuels de série

Les essais individuels de série sont destinés à détecter les défauts de matériaux et de fabrication et à s'assurer de la sécurité et du fonctionnement correct de l'IC-CPD. Ils doivent être effectués sur chaque appareil de l'IC-CPD.

Les essais individuels de série que le fabricant doit effectuer sont donnés à l'Annexe B.

9.2 Conditions d'essai

Les essais sont effectués sur des échantillons neufs représentatifs de la production.

Sauf indication contraire, l'IC-CPD est raccordé comme en usage normal et alimenté sous la tension assignée, en utilisant les fiches et/ou les socles du même système, à une température ambiante comprise entre 20 °C et 25 °C et selon les instructions du fabricant.

Pour les IC-CPD de type LLLNSE ou LLLNE conçus pour utiliser moins de trois phases d'une alimentation triphasée, les essais doivent être effectués uniquement sur les phases câblées

La fiche et le socle sont connectés conformément aux conditions d'essai de l'Article 19 de l'IEC 60884-1:2002/AMD2:2013, de la Norme nationale sur les fiches à usage domestique et analogue, de l'Article 22 de l'IEC 60309-1:1999, l'IEC 60309-1:1999/AMD1:2005 et l'IEC 60309-1:1999/AMD2:2012 pour les fiches industrielles, ou de l'Article pertinent de la Norme nationale.

La sélection de l'échantillon doit être faite à la discrétion du fabricant et du laboratoire d'essai.

La prise mobile de véhicule et l'embase de véhicule sont connectées conformément aux conditions d'essai de l'Article 24 de l'IEC 62196-1:2014, pour un connecteur de VE.

La température de l'air ambiant doit être mesurée pendant le dernier quart de la période d'essai au moyen d'au moins deux thermomètres ou couples thermoélectriques disposés symétriquement autour de l'IC-CPD à environ la moitié de sa hauteur et à une distance d'environ 1 m de l'IC-CPD.

Les thermomètres ou couples thermoélectriques 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.

Lorsque les tolérances ne sont pas indiquées, les essais de type sont effectués avec des valeurs qui ne sont pas moins sévères que celles spécifiées dans la présente Norme. Sauf indication contraire, les essais sont effectués à la fréquence assignée ± 5 %.

9.3 Essai d'indélébilité du marquage

L'essai est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau puis à nouveau pendant 15 s 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 de masse spécifique de 0,68 g/cm³).

Les marquages par pression, moulage ou gravure ne sont pas soumis au présent essai.

Après le présent essai, le marquage doit être facilement lisible. Le marquage doit aussi rester facilement lisible après la totalité des essais de la présente Norme.

Il ne doit pas être possible d'enlever facilement les étiquettes et celles-ci ne doivent pas se recroqueviller.

9.4 Vérification de la protection contre les chocs électriques

L'échantillon est connecté comme en usage normal. Les IC-CPD sont soumis à essai tels qu'ils sont fournis par le fabricant.

Pour l'IC-CPD, le fil d'essai normalisé représenté à la Figure 9 est appliqué à tout emplacement possible sur chaque partie, à l'exception de la fiche et de la prise mobile de véhicule.

Un indicateur électrique de tension non inférieure à 40 V et non supérieure à 50 V est utilisé pour détecter un contact avec la partie concernée.

Pour les IC-CPD utilisant des matériaux élastomères ou thermoplastiques susceptibles d'influencer l'exigence, l'essai est répété, mais à une température ambiante de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$, les IC-CPD étant à cette température.

Pendant cet essai supplémentaire, les IC-CPD sont soumis pendant 1 min à la force d'essai du fil d'essai. Ce fil, relié à l'indicateur électrique décrit ci-dessus, est appliqué à tous les endroits où un excès de souplesse de la matière isolante pourrait compromettre la sécurité de l'IC-CPD.

Pendant cet essai supplémentaire, l'IC-CPD ne doit pas se déformer à un degré tel que les dimensions indiquées dans les feuilles de normes pertinentes et garantissant la sécurité soient modifiées exagérément, et aucune partie sous tension ne doit devenir accessible au fil d'essai normalisé (voir Figure 9).

Si la partie fiche fait partie intégrante du boîtier de fonctions:

- l'ensemble est comprimé entre deux surfaces planes avec une force de 300 N pendant 1 min, comme représenté à la Figure 13;
- ou
- il est soumis à essai conformément aux exigences nationales du pays où le produit est commercialisé.

Quinze minutes après avoir retiré l'appareillage d'essai, l'échantillon ne doit présenter aucune déformation de nature à rendre accessibles les parties sous tension.

9.5 Essai des propriétés diélectriques

9.5.1 Résistance à l'humidité

9.5.1.1 Préparation de l'IC-CPD pour l'essai

Les parties de l'IC-CPD 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, le cas échéant, sont ouverts pendant ce traitement.

Les entrées de câbles, le cas échéant, sont laissées ouvertes.

9.5.1.2 Conditions d'essai

Le traitement d'humidité est effectué dans une enceinte humide dont l'air présente 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 ± 1 K 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 T °C et $(T + 4)$ °C.

9.5.1.3 Procédure d'essai

L'échantillon est maintenu dans l'enceinte pendant 48 h.

NOTE Une humidité relative comprise entre 91 % et 95 % s'obtient 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 d'employer une enceinte thermiquement isolée.

9.5.1.4 Etat de l'IC-CPD après essai

Après ce traitement, l'échantillon ne doit pas présenter de dommage au sens de la présente Norme et doit satisfaire aux essais donnés en 9.5.2 et 9.5.3.

9.5.2 Résistance d'isolement du circuit principal

L'IC-CPD ayant été traité comme spécifié en 9.5.1, il est ensuite retiré de l'enceinte humide.

Après une période comprise entre 30 min et 60 min après le traitement, on mesure la résistance d'isolement 5 s après avoir appliqué une tension continue d'environ 500 V, dans l'ordre suivant:

- a) l'IC-CPD étant en position d'ouverture, successivement entre chaque paire de bornes ou de broches de fiches qui sont électriquement reliées ensemble lorsque l'IC-CPD est en position de fermeture;
- b) l'IC-CPD étant en position de fermeture, de chaque pôle à tour de rôle aux deux autres reliés entre eux, les composants électroniques connectés entre les voies de courant étant déconnectés pour l'essai, incluant le circuit du conducteur de protection et d'autres circuits.

Lorsqu'il n'est pas possible de garder l'IC-CPD en position fermée, chaque pôle est ponté par une connexion externe;

- c) l'IC-CPD étant en position de fermeture, de chaque pôle à tour de rôle aux autres pôles reliés entre eux et le châssis, y compris une feuille métallique en contact avec la surface extérieure de l'enveloppe interne en matériau isolant, le cas échéant;
- d) entre les parties métalliques internes du mécanisme et le châssis.
L'accès à la partie métallique interne du mécanisme peut être prévu de façon spécifique pour cette mesure par le fabricant;
- e) pour les IC-CPD sous enveloppe métallique avec revêtement intérieur en matière isolante entre le châssis et une feuille métallique en contact avec la surface intérieure du revêtement de la matière isolante, s'il y a lieu, y compris les manchons et les appareils analogues.

Le terme «châssis» comprend:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique en contact avec les surfaces en matière isolante qui sont accessibles dans les conditions normales d'emploi;
- les vis de fixation des capots qui doivent être retirées pour la connexion de l'IC-CPD.

Pour le présent essai, le conducteur de protection est relié au châssis.

Pour les mesures selon b), c,) d) et e), la feuille métallique est appliquée de façon telle que la matière de remplissage, le cas échéant, 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.

9.5.3 Rigidité diélectrique du circuit principal

Après que l'IC-CPD ait satisfait aux essais donnés en 9.5.2, la tension d'essai spécifiée ci-dessous est appliquée pendant 1 min entre les parties indiquées en 9.5.2, les composants électroniques, le cas échéant, étant déconnectés pour l'essai, y compris le circuit du conducteur de protection et les autres circuits.

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 appareil de protection contre les surintensités du transformateur ne doit se déclencher lorsque le courant dans le circuit de sortie est inférieur à 100 mA.

Les valeurs de la tension d'essai doivent être les suivantes:

- 2 000 V pour a) à d) de 9.5.2;
- 2 500 V pour e) de 9.5.2.

Une tension ne dépassant pas la moitié de la valeur prescrite est d'abord appliquée, puis elle est augmentée en moins de 5 s à la pleine valeur.

Il ne doit pas se produire de contournement ni de claquage pendant l'essai.

Il n'est pas tenu compte des décharges lumineuses qui ne sont pas accompagnées d'une chute de tension.

9.5.4 Circuit secondaire des transformateurs de détection

Le circuit secondaire du transformateur de détection n'est soumis à aucun essai d'isolation à condition que le circuit ne soit pas raccordé à des parties métalliques accessibles, à un conducteur de protection ou à des parties sous tension.

9.5.5 Vérification des tensions de tenue aux chocs (au travers des lignes de fuite et au travers d'une isolation solide) et du courant de fuite au travers de contacts ouverts

9.5.5.1 Procédure générale d'essai pour les essais de tension de tenue aux chocs

Les impulsions sont données par un générateur d'impulsions positives et négatives de durée de front de 1,2 μs et de durée jusqu'à la mi-valeur de 50 μs, les tolérances étant de:

- ±5 % pour la valeur de crête;

- ± 30 % pour la durée de front;
- ± 20 % pour la durée à mi-valeur.

Cinq impulsions positives et cinq impulsions négatives sont appliquées à chaque essai, l'intervalle entre impulsions consécutives étant au minimum d'1 s pour des impulsions de même polarité et au minimum de 10 s pour des impulsions de polarités opposées.

Lors de la réalisation de l'essai de tension de tenue aux chocs sur IC-CPD complet, l'atténuation ou l'amplification de la tension d'essai doit être prise en compte. Il faut s'assurer que la valeur de tension d'essai exigée est appliquée entre les bornes de l'équipement soumis à essai.

L'impédance d'onde de l'appareil soumis à essai doit avoir une valeur nominale ne dépassant pas 500 Ω .

La forme des impulsions est réglée avec l'IC-CPD soumis à essai connecté à l'appareil générateur d'impulsions. A cet effet, des diviseurs de tension et des capteurs de tension appropriés doivent être utilisés. Il est recommandé de débrancher les composants de protection contre les surtensions avant d'effectuer l'essai.

NOTE Pour les IC-CPD avec des protections intégrées contre les surtensions qui ne peuvent pas être débranchées, la forme des impulsions est réglée sans connecter l'IC-CPD au générateur d'impulsions.

De petites oscillations dans les impulsions sont admises, pourvu que leur amplitude au voisinage de la crête de l'impulsion ne dépasse pas 5 % de la valeur de crête.

Pour les oscillations sur la première moitié du front, des amplitudes ne dépassant pas 10 % de la valeur de crête sont admises.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive (amorçage, contournement ou perforation) pendant les essais.

Il est recommandé d'utiliser un oscilloscope pour observer la tension de choc afin de détecter une décharge disruptive.

9.5.5.2 Vérification des lignes de fuite à l'aide la tension de tenue aux chocs

Cet essai s'applique si la mesure des lignes de fuite des éléments 2 et 4 du Tableau 7 et les dispositions données en b), c), d) et e) de 9.5.2 montrent une réduction de la longueur exigée. Cet essai est effectué immédiatement après la mesure de la résistance d'isolement donnée en 9.5.3.

NOTE La mesure des lignes de fuite peut être remplacée par le présent essai.

L'essai est effectué sur un IC-CPD placé sur support métallique et en position fermée.

Les valeurs des tensions d'essai doivent être celles qui figurent au Tableau 10. Ces valeurs sont corrigées pour tenir compte de l'altitude à laquelle les essais sont effectués, conformément au Tableau 10.

Une première série d'essais est effectuée en appliquant la tension de choc entre:

- le ou les pôles de phase et le pôle de neutre reliés ensemble, d'une part, et
- le support métallique connecté à la ou aux bornes prévues le cas échéant pour le ou les conducteurs de protection, d'autre part.

Une deuxième série d'essais est effectuée en appliquant la tension de choc entre:

- le ou les pôles de phase reliés ensemble, d'une part, et

- le cas échéant le pôle de neutre de l'IC-CPD, d'autre part.

Une troisième série d'essais est réalisée en appliquant la tension de choc entre les dispositions données en b), c), d) et e) de 9.5.2, qui n'ont pas été soumises à essai durant les deux premières séquences décrites ci-dessus.

Une quatrième série d'essais de vérification du double isolement ou de l'isolement renforcé est effectuée en appliquant la tension de choc entre les parties dangereuses sous tension et:

- les parties accessibles (pièces conductrices accessibles et surfaces accessibles de matériau isolant), et
- les circuits du signal pilote.

La tension d'essai doit être multipliée par 1,6.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive. S'il n'apparaît toutefois qu'une seule décharge disruptive, dix impulsions supplémentaires de même polarité que celle ayant provoqué l'apparition de la décharge sont appliquées, les connexions étant celles avec lesquelles le défaut est apparu.

Aucune autre décharge disruptive ne doit apparaître.

Tableau 10 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs

Tension de tenue aux chocs assignée U_{imp} kV	Tensions d'essai à l'altitude correspondante $U_{1,2/50}$ crête CA 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

9.5.5.3 Vérification de la résistance d'isolement des contacts ouverts et de l'isolation principale par rapport à une tension de choc dans les conditions normales

9.5.5.3.1 Généralités

Ces essais ne sont pas précédés par le traitement d'humidité décrit en 9.5.1.

Les essais donnés en 9.5.5.3, indiqués dans les exigences données en 8.4.3, doivent être effectués avant 9.5.1 sur 3 échantillons de la séquence d'essai B.

Les valeurs des tensions d'essai doivent être choisies dans le Tableau 10, conformément à la tension assignée de l'installation pour laquelle il est prévu d'utiliser l'IC-CPD comme indiqué dans le Tableau 7.

Ces valeurs sont corrigées pour tenir compte de la pression barométrique à l'altitude à laquelle les essais sont effectués, conformément au Tableau 10.

9.5.5.3.2 IC-CPD en position ouverte

La série d'essais est effectuée sur un IC-CPD fixé sur support métallique comme en usage normal.

Les impulsions sont appliquées entre:

- les bornes d'alimentation reliées ensemble, d'une part, et

- les bornes de sortie reliées ensemble, contacts ouverts, d'autre part.

Il ne doit y avoir aucune charge disruptive pendant l'essai.

9.5.5.3.3 IC-CPD en position fermée

La série d'essais est effectuée sur un IC-CPD placé sur support métallique, câblé comme en usage normal et en position fermée.

Tous les composants pontant l'isolation principale doivent être déconnectés.

Une première série d'essais est effectuée en appliquant les impulsions entre:

- le ou les pôles de phase et le pôle de neutre reliés ensemble, d'une part, et
- le support métallique connecté à la ou aux bornes prévues le cas échéant pour le ou les conducteurs de protection, d'autre part.

Une deuxième série d'essais est effectuée en appliquant les impulsions entre:

- le ou les pôles de phase reliés ensemble, d'une part, et
- le pôle de neutre de l'IC-CPD d'autre part.

Il ne doit y avoir aucune décharge disruptive. S'il n'apparaît toutefois qu'une seule décharge disruptive, dix impulsions supplémentaires de même polarité que celle ayant provoqué l'apparition de la décharge sont appliquées, les connexions étant celles avec lesquelles le défaut est apparu.

Aucune autre décharge disruptive ne doit apparaître.

Puis un nouvel échantillon est soumis à essai conformément à 9.5.5.3.4.

9.5.5.3.4 Vérification du comportement des composants pontant l'isolation principale

Une vérification doit être effectuée pour s'assurer que les composants pontant l'isolation principale et ayant été déconnectés pendant l'essai de tension de tenue aux chocs destiné à contrôler l'isolation principale n'altèrent pas le comportement ou la sécurité de l'isolation principale de l'équipement en usage normal.

Un nouvel échantillon d'IC-CPD est soumis à essai afin de contrôler que les composants pontant l'isolation principale ne réduisent pas la sécurité en relation avec les surtensions transitoires.

La tension d'essai a une fréquence de 50/60 Hz. Conformément à l'IEC 60364-4-44:2007, Tableau 44.A2, et à l'IEC 60664-1, la valeur efficace de la tension d'essai pour l'isolation principale est de $1\,200\text{ V} + U_e$. U_e est la valeur nominale de la tension entre phase et neutre.

NOTE 1 À titre d'exemple, pour un IC-CPD ayant une tension assignée $U_e = 250\text{ V}$, la valeur de la tension d'essai alternative pour l'isolation principale est égale à $1\,200\text{ V} + 250\text{ V}$, par conséquent la tension d'essai efficace est de $1\,450\text{ V}$.

La tension est appliquée pendant 5 s entre:

- le ou les pôles de phase et le pôle de neutre reliés ensemble, d'une part et
- le support métallique connecté à la ou aux bornes prévues le cas échéant pour le ou les conducteurs de protection, d'autre part.

L'équipement est ensuite contrôlé visuellement; aucun composant pontant l'isolation principale ne doit présenter d'altération visible.

NOTE 2 Il est admis de remplacer un fusible avant de connecter l'équipement à l'alimentation. Si un fusible protégeant un limiteur de surtension a sauté, il est admis de remplacer également le limiteur de surtension.

L'équipement est ensuite branché sur l'alimentation conformément aux instructions du fabricant. Dans les conditions d'essai données en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

9.6 Essai d'échauffement

9.6.1 Conditions d'essai

Les conditions générales d'essai données en 9.2 s'appliquent.

Les IC-CPD sont soumis à essai tels qu'ils sont fournis par le fabricant.

Les fiches nécessaires pour l'essai doivent avoir des broches en laiton ayant les dimensions minimales spécifiées.

9.6.2 Procédure d'essai

On fait passer un courant égal à I_n simultanément par les deux pôles d'IC-CPD de type LNSE ou LLSE et par les trois pôles d'IC-CPD de type LLLNSE ou LLLNE pendant une durée suffisante pour atteindre l'état d'équilibre thermique. En pratique, cette condition est atteinte quand l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K/h.

L'essai est répété avec le courant passant par le seul circuit du conducteur de protection et avec une tension appliquée entre phase et neutre. L'IC-CPD est alimenté par $1,05 U_e$ et est connecté conformément à la Figure 5, selon le cas. Pendant ces essais, l'échauffement ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 8.

Un échantillon spécialement préparé avec le circuit de déclenchement déconnecté peut être exigé si le conducteur de protection passe à travers le tore.

9.6.3 Mesure de l'échauffement des différentes parties

La température des différentes parties spécifiées au Tableau 8 doit être mesurée au moyen de couples thermoélectriques à fils fins ou par des moyens équivalents, placés le plus près possible du point le plus chaud accessible.

Une bonne conductivité thermique doit être assurée entre le couple thermoélectrique et la surface de la partie soumise à essai.

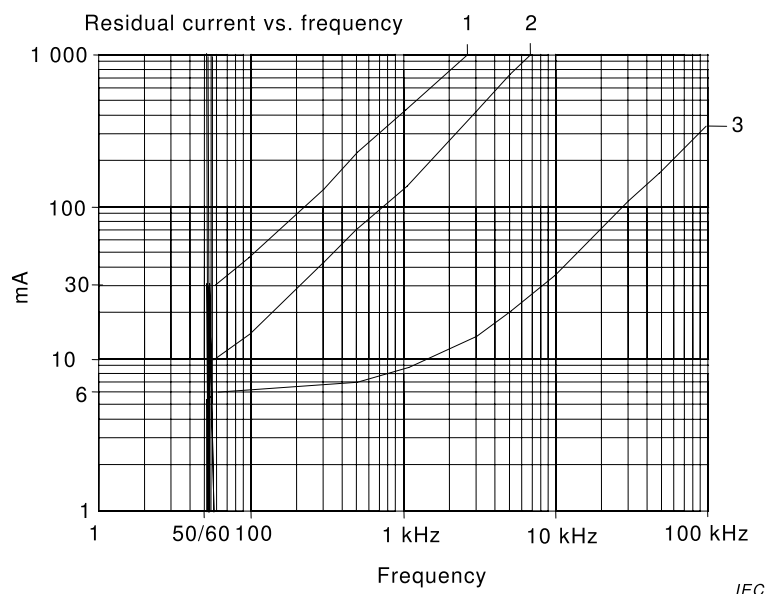
9.6.4 Echauffement d'une partie

L'échauffement d'une partie est la différence entre la température de cette partie mesurée conformément à 9.6.3 et la température de l'air ambiant mesurée conformément à 9. 2.

9.7 Vérification de la caractéristique d'exploitation

9.7.1 Généralités

NOTE Aux Etats-Unis, le concept d'unité d'indication de mesure (MIU, measurement indication unit) de l'UL 2231 est applicable pour assurer la détection de courant continu et des composantes haute fréquence, en tenant compte du schéma suivant (voir la Figure 1):



Anglais	Français
Residual current vs. frequency	Fréquence

La figure illustre les caractéristiques souhaitées pour maintenir le même niveau de protection sur la plage de fréquence pouvant être envisagée pour les systèmes de charge de véhicules alimentés par batterie, en considérant des appareils avec $I_{\Delta n}$ égal à 6 mA, 10 mA ou 30 mA.

Figure 1 – Caractéristiques souhaitées pour maintenir le même niveau de protection sur la plage de fréquence

9.7.2 Circuit d'essai

Sauf indication contraire, l'IC-CPD est connecté comme en usage normal. Le réarmement de l'IC-CPD peut se faire par n'importe quelle méthode adaptée.

Les appareils servant à la mesure du courant résiduel doivent montrer (ou permettre de déterminer) la véritable valeur efficace.

Les appareils servant à la mesure du temps doivent donner une erreur relative sur la mesure n'excédant pas 10 % des valeurs mesurées.

Sauf indication contraire, les essais sont réalisés à la température de référence de 20 °C ± 5 °C et à vide.

L'IC-CPD doit être soumis aux essais donnés en 9.7.3, 9.7.4, 9.7.5, 9.7.6, 9.7.7, 9.7.8, 9.7.9, 9.7.10, 9.7.11 et 9.7.12. Sauf indication contraire, chaque essai se compose de cinq mesures et est effectué sur un pôle uniquement, pris au hasard.

Pour les IC-CPD ayant plus d'une fréquence assignée, les essais doivent être effectués à la fréquence la plus basse et à la fréquence la plus haute.

9.7.3 Essais de courants résiduels alternatifs sinusoïdaux

9.7.3.1 Généralités

Chaque essai est effectué aux valeurs suivantes de la tension d'alimentation appliquée aux bornes correspondantes: 1,1 fois et 0,85 fois la tension assignée.

Le circuit d'essai doit avoir une inductance négligeable et doit être conforme à la Figure 2a), la Figure 2b) ou la Figure 2c), selon le cas.

9.7.3.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de courant différentiel croissant régulièrement

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé, l'interrupteur d'essai S2 ouvert et l'interrupteur d'essai S3 en position 1, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée.

L'interrupteur d'essai S2 étant fermé, le courant différentiel est augmenté progressivement à partir d'une valeur au plus égale à $0,2 I_{\Delta n}$ jusqu'à tenter d'atteindre la valeur de $I_{\Delta n}$ dans les 30 s. Le courant de déclenchement est mesuré à chaque fois.

Les cinq valeurs mesurées doivent être comprises entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

L'essai est répété avec l'interrupteur d'essai S3 en position 2.

Les cinq valeurs mesurées doivent être comprises entre $I_{\Delta no}$ et $I_{\Delta n}$.

9.7.3.3 Vérification du fonctionnement correct en cas de fermeture sur courant différentiel

Le circuit d'essai est étalonné pour chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées au Tableau 2. L'interrupteur d'essai S2 étant fermé, l'interrupteur d'essai S1 fermé et l'interrupteur d'essai S3 en position 1, l'IC-CPD est fermé sur le circuit afin de simuler d'aussi près que possible les conditions de service.

L'IC-CPD peut se fermer, mais doit déclencher dans le temps spécifié correspondant et ne doit pas se refermer.

Cinq mesures du temps d'exploitation sont effectuées. Aucune mesure ne doit dépasser la valeur limite spécifiée correspondante.

9.7.3.4 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine de courant différentiel

Le circuit d'essai est étalonné pour chacune des valeurs de courant différentiel spécifiées au Tableau 2. L'interrupteur d'essai S1 étant fermé, l'interrupteur d'essai S2 ouvert, l'interrupteur d'essai S3 en position 1 et l'IC-CPD en position fermée, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2.

L'IC-CPD doit déclencher pendant chaque essai. Cinq essais sont effectués à chaque valeur de courant différentiel avec mesure du temps d'exploitation.

Aucune de ces valeurs ne doit dépasser les valeurs limites spécifiées.

9.7.3.5 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine de courants différentiels compris entre 5 A et 100 A

Le circuit d'essai est successivement étalonné aux valeurs de courant différentiel suivantes:

5 A, 10 A, 20 A, 50 A et 100 A.

L'interrupteur d'essai S1 et l'IC-CPD étant fermés, l'interrupteur d'essai S3 en position 1, le courant différentiel est établi en fermant l'interrupteur d'essai S2.

L'IC-CPD doit déclencher pendant chaque essai, les temps d'exploitation ne devant pas dépasser ceux donnés au Tableau 2.

L'essai n'est effectué que sur un pôle pris au hasard.

9.7.3.6 Vérification du fonctionnement correct, en charge, à la température de référence

Les essais donnés en 9.7.3.3 et 9.7.3.4 sont répétés, l'IC-CPD étant chargé à son courant assigné comme en usage normal pendant un temps suffisant pour que les conditions d'équilibre thermique soient atteintes.

En pratique, ces conditions sont atteintes quand l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K/h.

9.7.3.7 Essais aux températures limites

L'IC-CPD doit satisfaire aux essais spécifiés en 9.7.3.4 successivement dans les conditions suivantes:

- a) température ambiante: -5 °C à vide;
- b) température ambiante: $+45\text{ °C}$, l'IC-CPD étant préalablement chargé au courant assigné, sous une tension convenable, jusqu'à ce que les conditions d'équilibre thermique soient atteintes.

En cas d'application de la note de bas de page h) du Tableau 5, l'essai doit être réalisé à la température maximale de la fiche.

En pratique, ces conditions sont atteintes quand l'échauffement ne varie pas de plus de 1 K/h.

Le préchauffage peut être fait à tension réduite.

9.7.3.8 Vérification du fonctionnement correct à une température de l'air ambiant faible (-25 °C)

L'IC-CPD, connecté comme en usage normal, est placé dans une chambre d'essai appropriée avec une température de l'air ambiant de $+23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et une humidité relative de $93\% \pm 3\%$.

Le rapport entre le volume de la chambre d'essai et celui des échantillons à soumettre à essai (incluant les enveloppes) doit être supérieur à 50.

L'IC-CPD est en position ON sans charge.

Cinq cycles d'essai sont effectués (voir Figure 27).

En 6 h, la température de l'air ambiant descend à $-25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ sans aucun apport d'humidité et elle est maintenue à cette valeur pendant 6 h. Durant les 6 h qui suivent, la température est portée à $+23\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ et l'humidité relative augmentée à $93\% \pm 3\%$.

Ces valeurs sont maintenues encore pendant 6 h (fin du premier cycle).

Ce cycle est effectué cinq fois. Au cours de ces cycles l'IC-CPD ne doit pas déclencher.

Avant la fin de la dernière période de 6 h à -25 °C on fait passer un courant différentiel à travers un pôle de l'IC-CPD.

L'IC-CPD doit déclencher en 0,3 s

- à un courant résiduel alternatif de $1,25\ I_{\Delta n}$, et
- à un courant résiduel pulsé (rectification unilatérale, $\alpha = 0^\circ$ el) de $1,25 \times 1,4\ I_{\Delta n}$ pour

les IC-CPD avec $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$ et avec un facteur 2 pour les IC-CPD avec $I_{\Delta n} = 6 \text{ mA}$.

9.7.4 Vérification du fonctionnement correct aux courants différentiels avec composante continue

9.7.4.1 Généralités

Les conditions d'essai données en 9.7.1 s'appliquent, sauf que les circuits d'essai doivent être ceux indiqués dans les Figures 10a), 10b), 10c), ou dans les Figures 11a), 11b), 11c), selon les cas.

9.7.4.2 Vérification du fonctionnement correct en cas d'accroissement continu du courant différentiel continu pulsé

Les IC-CPD doivent être soumis à essai selon la Figure 10a), 10b) ou 10c), selon le cas.

Les interrupteurs auxiliaires S1 et S2 et l'IC-CPD soumis à essai sont fermés. Le thyristor approprié doit être commandé de telle façon que l'on puisse obtenir des angles de retard du courant α de 0° , 90° et 135° . Chaque pôle de l'IC-CPD doit être soumis à essai deux fois pour chacun des angles de retard du courant, deux fois pour la position I et deux fois pour la position II de l'interrupteur auxiliaire S3.

A chaque essai le courant, en partant de zéro, doit être augmenté en 30 s de façon continue jusqu'à

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les IC-CPD avec $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$;
- $2 I_{\Delta n}$ pour les IC-CPD avec $I_{\Delta n} = 6 \text{ mA}$.

Le courant de déclenchement doit être conforme aux valeurs du Tableau 11.

Tableau 11 – Plages des valeurs du courant de déclenchement pour les IC-CPD en cas de courant continu pulsé

Angle α	Courant de déclenchement	
	A	
	Limite inférieure (pour toutes les valeurs de $I_{\Delta n}$)	Limite supérieure (pour toutes les valeurs de α)
0°	Pour $I_{\Delta n} \leq 6 \text{ mA}$: $0,35 I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$: $4,5 \text{ mA}$	Pour $I_{\Delta n} \leq 6 \text{ mA}$: $2 I_{\Delta n}$ ^a Pour $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$: $1,4 I_{\Delta n}$
90°	Pour $I_{\Delta n} \leq 6 \text{ mA}$: $0,25 I_{\Delta n}$ Pour $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$: $6,3 \text{ mA}$	
135°	$0,11 I_{\Delta n}$	

^a Aux Etats-Unis, la valeur 30 mA est acceptée pour $I_{\Delta n} < 6 \text{ mA}$.

9.7.4.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine de courants différentiels continus pulsés avec superposition ou non d'un courant continu lissé

Les essais suivants doivent être réalisés pour vérifier le fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine de courants différentiels continus pulsés

a) Essai sans superposition d'un courant continu lissé

L'IC-CPD doit être soumis à essai selon la Figure 10a), 10b) ou 10c), selon le cas.

Le circuit est étalonné successivement aux valeurs d' I_{Δ} données au Tableau 2, multipliées par:

- $1,4 I_{\Delta n}$ pour les IC-CPD avec $I_{\Delta n} > 6 \text{ mA}$;
- $2 I_{\Delta n}$ pour les IC-CPD avec $I_{\Delta n} = 6 \text{ mA}$.

Deux mesures du temps d'exploitation sont effectuées pour chacune de ces valeurs avec un angle de retard du courant $\alpha = 0^\circ$, l'interrupteur auxiliaire S_3 étant en position I pour la première mesure et en position II pour la seconde mesure.

Aucune valeur ne doit dépasser les valeurs limites données au Tableau 2.

b) Essai avec superposition d'un courant continu lissé de 6 mA

Après cela, l'IC-CPD doit être soumis à essai selon la Figure 11a), 11b) ou 11c), selon le cas.

Deux mesures du temps d'exploitation sont effectuées pour chacune de ces valeurs spécifiées en 9.7.4.3a) avec un angle de retard du courant $\alpha = 0^\circ$, avec superposition d'un courant continu lissé de 6 mA, l'interrupteur auxiliaire S_3 étant en position I pour la première mesure et en position II pour la seconde mesure.

Aucune valeur ne doit dépasser les valeurs limites données au Tableau 2.

9.7.4.4 Vérification du fonctionnement correct en charge à la température de référence

Les essais donnés en 9.7.3.2 sont répétés, l'IC-CPD étant chargé au courant assigné, ce courant étant établi peu de temps avant l'essai.

NOTE La mise en charge sous le courant assigné n'est pas prise en compte dans la Figure 10.

9.7.5 Vérification du comportement en cas de courant différentiel résiduel composé

9.7.5.1 Généralités

Tous les essais doivent être réalisés avec l'IC-CPD alimenté à la tension U_e , à la fréquence assignée et à vide.

Sauf indication contraire, les essais spécifiés sont réalisés conformément à la Figure 30.

9.7.5.2 Vérification du fonctionnement correct en cas d'augmentation régulière du courant différentiel résiduel composé

Le Tableau 12 donne les valeurs des composantes de fréquences dans un but d'étalonnage ainsi que les valeurs de courant de démarrage pour vérifier le fonctionnement de l'IC-CPD en cas d'augmentation régulière du courant différentiel.

Le Tableau 13 donne les valeurs d'exploitation limites du courant différentiel résiduel composé.

La fréquence d'essai a une tolérance de $\pm 2 \%$.

Tableau 12 – Différentes valeurs des composantes de fréquences des courants d'essai et valeurs de courant de démarrage (I_{Δ}) pour vérifier le fonctionnement en cas d'augmentation régulière du courant différentiel

Différentes valeurs des composantes de fréquences des courants d'essai pour étalonnage (valeurs efficaces)		Valeur de courant composé de démarrage (valeur efficace)
I à la fréquence assignée	I_1 kHz	I_{Δ}
$0,141 I_{\Delta n}$	$0,141 I_{\Delta n}$	$0,2 I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ correspond au courant différentiel de fonctionnement assigné de l'appareil à la fréquence assignée.		
NOTE 2 Pour les besoins de l'essai, les valeurs de la fréquence assignée et la valeur de 1 kHz ont été affectées respectivement à la fréquence de sortie et à la fréquence d'horloge, ce qui représente le cas le plus défavorable.		

Pour vérifier le fonctionnement de l'IC-CPD en présence de courants composés, la valeur de courant différentiel résiduel composé de démarrage donnée au Tableau 12 doit être augmentée linéairement. L'IC-CPD doit déclencher dans les limites données au Tableau 13.

Dans tous les cas, les ratios des différentes fréquences doivent être maintenus de la valeur initiale jusqu'à la valeur de fonctionnement.

Tableau 13 – Plages des courants de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composé

Courant de fonctionnement (valeur efficace)	
Limite inférieure	Limite supérieure
$0,5 I_{\Delta n}$	$1,4 I_{\Delta n}$
NOTE 1 $I_{\Delta n}$ correspond au courant différentiel de fonctionnement assigné de l'appareil à la fréquence assignée.	
NOTE 2 Les courants de fonctionnement sont formés du ratio des composantes de fréquences donné au Tableau 12.	

Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et l'IC-CPD étant fermés, le courant différentiel est augmenté progressivement à partir d'une valeur n'excédant pas la valeur de courant composé de démarrage donnée au Tableau 12, en essayant d'atteindre en moins de 30 s la limite supérieure du courant différentiel de fonctionnement donnée au Tableau 16.

L'essai est répété trois fois sur un pôle choisi au hasard. Les valeurs de fonctionnement doivent se situer dans les limites données au Tableau 13.

9.7.5.3 Vérification du fonctionnement correct en cas d'apparition soudaine de courant différentiel résiduel composé

Des essais sont réalisés pour vérifier le temps d'exploitation de l'IC-CPD, le courant d'essai étant étalonné à une valeur 5 fois supérieure à la valeur limite donnée au Tableau 13.

L'interrupteur d'essai S1 et l'IC-CPD étant fermés, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2.

Trois mesures du temps d'exploitation sont réalisées.

Les temps d'exploitation doivent être inférieurs à 0,04 s.

Chacune des trois applications du courant différentiel doit être séparée de la précédente par un intervalle d'au moins 1 min.

9.7.6 Vérification du fonctionnement correct en cas de courant résiduel continu lissé

L'essai doit être réalisé conformément à la Figure 29.

- a) Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et l'IC-CPD étant fermés, le courant résiduel continu lissé est augmenté progressivement à partir de 0 en essayant d'atteindre la valeur de 6 mA dans les 30 s, en mesurant le courant de déclenchement. Si l'appareil n'a pas déclenché avant, le courant est conservé à la valeur de 6 mA pendant au minimum 10 s.

L'un des pôles de l'IC-CPD, choisi au hasard comme indiqué à la Figure 29, est soumis deux fois à essai pour chacune des positions 1 et 2 de l'interrupteur d'essai S3.

L'IC-CPD doit déclencher à une valeur comprise entre 3 mA et 6 mA.

- b) Une deuxième série d'essais est réalisée pour vérifier le temps d'exploitation.

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chaque valeur de courant différentiel donnée au Tableau 3, l'interrupteur d'essai S1 et l'IC-CPD étant fermés, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2. L'interrupteur d'essai S3 est en position 1 ou 2 choisie au hasard.

Deux mesures du temps d'exploitation sont effectuées sur un pôle choisi au hasard pour chaque courant différentiel.

Les temps d'exploitation doivent être conformes aux valeurs données au Tableau 3.

9.7.7 Essais de câblage incorrect et de défaillance de l'alimentation

9.7.7.1 Généralités

La vérification des conditions de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, ne s'appliquent qu'à l'IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2.

Chaque essai est effectué aux valeurs suivantes de la tension d'alimentation appliquée aux bornes correspondantes: 1,1 et 0,85 fois la tension assignée.

L'IC-CPD doit être connecté conformément au Tableau 14 ou au Tableau 15, respectivement, et doit satisfaire aux caractéristiques données en 5.1.

NOTE Dans les pays suivants: US, un conducteur de mise à la terre de matériel commuté allant jusqu'à la prise mobile de véhicule est admissible, sous réserve que la construction se conforme à ce qui suit:

- l'appareil est destiné à être utilisé sur un circuit d'alimentation ne dépassant pas une tension de mise à la terre de 150 V;
- un dispositif de surveillance des défauts à la terre (GM/I, grounding monitor interrupter) est incorporé au dispositif d'interruption de circuit de charge (CCID, charging circuit interrupt device);
- l'appareil de connexion dans le conducteur de mise à la terre du matériel doit se fermer avant les contacts de commutation de l'alimentation lorsque la sortie est mise sous tension;
- l'appareil de connexion dans le conducteur de mise à la terre du matériel doit s'ouvrir après les contacts de commutation de l'alimentation lorsque la sortie est mise hors tension;
- la construction doit se conformer aux essais switched equipment grounding conductor tests (disponible en anglais seulement).

Tableau 14 – Connexions pour essai en cas de défaut d'alimentation et conducteur de protection (PE) sous tension, donc dangereux, avec référence aux connexions correctes d'alimentation pour types LNSE/LNE et LLSE/LLE

Type LNSE/LNE			Type LLSE/LLE			Article de l'essai et commentaires
Connexions des bornes d'entrée de l'IC-CPD						
L	N	PE	L_1	L_2	PE	Alimentation et marquage des bornes corrects NOTE La classification des types est donnée en 4.1.
L	N	PE	L_1	L_2	PE	Connexion normale 9.7.2 Voir Figure 2a) pour les types LNSE/LNE et Figure 2b) pour les types LLSE/LLE
N	L	PE				Connexion normale 9.7.2 Voir Figure 2a) pour les types LNSE et LNE
L_1	L_2	PE	L	N	PE	Vérification du fonctionnement correct dans le cas de types LNSE/LNE et LLSE/LLE enfichés dans un système d'alimentation incorrect. Voir 9.7.7.4, Figures 3b) pour les types LNSE/LNE, Figure 3a) pour les types LLSE/LLE.
N	L	L	L_1	L_2	L_1	Conducteur de protection sous tension, donc dangereux (voir 3.3.3.18), voir 9.7.7.2. Figure 4a) pour les types LNSE, Figure 4b) pour les types LLSE Cet essai a pour but de couvrir les cas de présence de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, dus à une alimentation mal câblée (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2) Voir Annexe D, Figure D.2, Exemple 2, Types LNSE Voir Annexe D, Figure D.1, Exemple 11, Types LLSE
L	N	L	L_1	L_2	L_2	Conducteur de protection sous tension, donc dangereux (voir 3.3.3.18), voir 9.7.7.2. Figure 4c) pour les types LNSE, Figure 4d) pour les types LLSE Cet essai a pour but de couvrir les cas de présence de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, dus à une alimentation mal câblée (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2) Voir Annexe D, Figure D.2, Exemple 10, Types LNSE Voir Annexe D, Figure D.1, Exemple 10, Types LLSE
L	O	PE				Neutre ouvert: voir 9.7.7.3 Voir Figure 6a) Voir Annexe D, Figure D.2, Exemple 3
			O L_1	L_2 O	PE PE	Phase ouverte: voir 9.7.7.3 Voir Figure 6b) Voir Annexe D, Figure D.1, Exemple 3.
L	N	O	L_1	L_2	O	Conducteur de protection ouvert, voir 9.7.7.5 (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2) Voir Figure 12a) pour les types LNSE, Figure 12b) pour les types LLSE Voir Annexe D, Figure D.2, Exemple 4 (types LNSE) Voir Annexe D, Figure D.1, Exemple 4 (types LLSE)
NOTE 1 Pour certains types LLSE une connexion avec borne neutre d'alimentation peut être disponible.						
NOTE 2 L'inversion entre le neutre d'alimentation et le conducteur de protection (R_x et $< U_g$ pour les systèmes en régime de neutre TT (voir Annexe D, Figure D.2, Exemple 3)) est couverte par les essais donnés en 9.14.2.						

Tableau 15 – Connexions pour essai en cas de défaut d'alimentation et conducteur de protection (PE) sous tension, donc dangereux, avec référence aux connexions correctes d'alimentation pour types LLLNSE/LLNE

Type LLLNSE/LLNE					Article de l'essai et commentaires
L_1	L_2	L_3	N	PE	Alimentation et marquage des bornes corrects NOTE Types classés en 4.1.
L_1	L_2	L_3	N	PE	Connexion normale 9.7.2 Voir Figure 2c) pour les types LLLNSE/LLNE
L_1	L_2	L_3	N	PE	Vérification du fonctionnement correct dans le cas de types LLLNSE et LLNE enfichés dans un système d'alimentation incorrect. Voir 9.7.7.4, Figure 3c) et 3d) pour les types LLLNSE/LLNE.
N	L_2	L_3	L_1	L_1 L_2 L_3	Conducteur de protection sous tension, donc dangereux (voir 3.3.3.18), voir 9.7.7.2. Figure 4h), Figure 4i), Figure 4j) pour les types LLLNSE Cet essai a pour but de couvrir les cas de présence de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, dus à une alimentation mal câblée (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2).
L_1	L_2	L_3	N	L_1 L_2 L_3	Conducteur de protection sous tension, donc dangereux (voir 3.3.3.18), voir 9.7.7.2. Figure 4e), Figure 4f), Figure 4g) pour les types LLLNSE Cet essai a pour but de couvrir les cas de présence de conducteur de protection sous tension, donc dangereux, dus à une alimentation mal câblée (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2).
L_1	L_2	L_3	O	PE	Neutre ouvert: voir 9.7.7.3 Voir Figure 6c)
L_1	L_2	L_3	N	O	Conducteur de protection ouvert, voir 9.7.7.5 (uniquement pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.5.2) Voir Figure 12c)

9.7.7.2 Vérification du fonctionnement correct en cas de conducteur de protection sous tension, donc dangereux

Le paragraphe 9.7.7.2 ne s'applique qu'aux IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.4.2.

Les IC-CPD doivent satisfaire aux conditions suivantes:

- ils ne se ferment pas si le conducteur de protection est sous tension, donc dangereux, ou
- s'ils se ferment, ils doivent se rouvrir dans un temps ne dépassant pas 300 ms, automatiquement ou lorsqu'ils se ferment sur le courant différentiel assigné passant dans toute borne sous tension.

Les IC-CPD doivent être connectés à tour de rôle selon les Figures 4a) à 4j), selon les cas.

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée dans chaque position.

Si les contacts ne se ferment pas, l'unité est conforme.

Si les contacts se ferment ensuite en utilisant S2, un essai ultérieur est effectué avec une résistance connectée entre la borne aval du conducteur de protection et le conducteur de protection en amont.

La valeur de la résistance doit être réglée pour établir un courant différentiel assigné ($U_e/I_{\Delta n}$ pour les types LNSE, $U_e/I_{\Delta n}$ ou $U_e/2$ divisé par $I_{\Delta n}$ pour les types LLSE, en fonction de la connexion).

9.7.7.3 Vérification du fonctionnement correct en cas de neutre ouvert (LNSE/LNE et LLLNSE/LLLNE) et phase ouverte (LLSE/LLE)

Il convient que la performance exigée de l'IC-CPD prenne place dans les conditions suivantes

- Pour les types LNSE/LNE:
 - ne pas se fermer, même momentanément, si le neutre est ouvert;
 - s'ouvrir en moins d'1 s s'il est fermé et le neutre est alors ouvert.
- Pour les types LLSE/LLE:
 - ne pas se fermer, même momentanément, si une phase est ouverte;
 - s'ouvrir en moins d'1 s s'il est fermé et une phase est alors ouverte.
- Pour les types LLLNSE/LLLNE:
 - ne pas se fermer, même momentanément, si le neutre est ouvert;
 - s'ouvrir en moins d'1 s s'il est fermé et le neutre est alors ouvert.

Selon sa classification, le fonctionnement correct de l'IC-CPD en cas de neutre ouvert ou de phase ouverte doit être vérifié par les essais suivants:

a) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.2 (LNSE/LNE):

Les contacts ne doivent pas se fermer, même momentanément. L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6a).

L'interrupteur d'essai S4 étant fermé et l'interrupteur d'essai S2 ouvert, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée.

Les contacts ne doivent pas se fermer avec un neutre ouvert.

b) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.3 (LLSE/LLE):

Les contacts ne doivent pas se fermer, lorsqu'une des phases de l'alimentation est ouverte, même momentanément.

L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6b).

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé, l'interrupteur d'essai S2 ouvert et l'interrupteur d'essai S3 fermé, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée.

Répéter avec l'interrupteur d'essai S2 fermé et l'interrupteur d'essai S3 ouvert.

Les contacts ne doivent pas se fermer avec une phase ouverte.

c) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.4 (LLLNSE/LLLNE):

Les contacts ne doivent pas se fermer, même momentanément. L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6c).

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé et l'interrupteur d'essai S2 ouvert, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée.

Les contacts ne doivent pas se fermer avec un neutre ouvert.

d) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.2 (LNSE/LNE):

Les contacts doivent s'ouvrir lorsque le neutre d'alimentation est ouvert.

L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6a).

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé et l'interrupteur d'essai S2 fermé, l'IC-CPD doit être fermé; ouvrir ensuite l'interrupteur d'essai S2 (neutre).

e) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.3 (LLSE/LLE):

Les contacts doivent s'ouvrir lorsqu'une des phases de l'alimentation est ouverte.

L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6b).

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé, l'interrupteur d'essai S2 fermé et l'interrupteur d'essai S3 fermé, l'IC-CPD doit être fermé; ouvrir ensuite l'interrupteur d'essai S2 (phase 1).

- f) Pour les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.4 (LLLNSE/LLLNE):

Les contacts doivent s'ouvrir lorsque le neutre d'alimentation est ouvert.

L'IC-CPD doit être connecté selon la Figure 6c).

L'interrupteur d'essai S4 étant fermé et l'interrupteur d'essai S2 fermé, l'IC-CPD doit être fermé; ouvrir ensuite l'interrupteur d'essai S2 (neutre).

9.7.7.4 Comportement en cas d'IC-CPD relié à un système d'alimentation incorrect

Si l'IC-CPD n'est pas prévu pour fonctionner sur plusieurs systèmes d'alimentation (LNSE ou LLSE), l'IC-CPD doit assurer une protection contre l'utilisation sur un système d'alimentation incorrect.

NOTE Dans les pays suivants, l'IC-CPD doit pouvoir fonctionner correctement sur les configurations LNE et les configurations LLE, sous réserve que la tension adéquate soit disponible: BE.

Dans les conditions d'essai suivantes, les contacts ne doivent pas se fermer.

Les IC-CPD doivent être connectés conformément à la Figure 3a), 3b), 3c) ou 3d), selon les cas.

L'IC-CPD doit être connecté conformément au Tableau 14 et satisfaire aux caractéristiques données en 5.1.

9.7.7.5 Vérification du fonctionnement correct en cas de conducteur de protection ouvert

Ces essais ne s'appliquent qu'aux IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.5.2.

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.2 (LNSE) doivent être connectés conformément à la Figure 12a) où, à l'alimentation S, le conducteur de protection est connecté au neutre (N) avec une résistance d'impédance égale à 1 600 Ω .

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.3 (LLSE) doivent être connectés conformément à la Figure 12b) où, à l'alimentation S, le conducteur de protection est connecté à la phase L2 avec une résistance d'impédance égale à 1 600 Ω .

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.1.4 (LLLNSE) doivent être connectés conformément à la Figure 12c) où, à l'alimentation S, le conducteur de protection est connecté au neutre (N) avec une résistance d'impédance égale à 1 600 Ω .

L'interrupteur d'essai S1 étant fermé et l'interrupteur d'essai S2 ouvert, la manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée.

Les contacts de l'IC-CPD ne doivent pas se fermer, même momentanément.

9.7.8 Vérification du comportement des contacts du conducteur de protection

9.7.8.1 Vérification de l'accouplement des contacts du conducteur de protection à la fermeture

Les essais de passage de l'état pilote de l'état B à l'état C doivent permettre de vérifier que le conducteur de protection ne se ferme pas après la fermeture des contacts L ou N. Les essais sont réalisés à une tension égale à 0,85 et 1,1 fois la tension assignée.

9.7.8.2 Vérification de l'accouplement des contacts du conducteur de protection à l'ouverture

Les essais de passage de l'état pilote de l'état C à l'état B doivent permettre de vérifier que le conducteur de protection ne s'ouvre pas avant l'ouverture des contacts L et N. Les essais sont réalisés à une tension égale à 0,85 et 1,1 fois la tension assignée et quand la tension d'alimentation à 50 V CA est réduite lentement. Il convient que le fonctionnement des contacts du conducteur de protection soit vérifié.

Un échantillon d'IC-CPD doit être préparé et ne pas rouvrir le contact L après fermeture (simulant ainsi un contact L collé).

La procédure d'essai est la suivante:

Les contacts sont activés en utilisant une transition du pilote de commande de B à C. Le contact du conducteur de protection doit être vérifié à la fermeture. Puis la manœuvre d'ouverture des contacts est déclenchée par la transition de la fonction de commande de C à B.

Il doit en résulter que le contact L reste fermé (simulation de contact L collé) et que le contact du conducteur de protection ne s'ouvre pas.

9.7.9 Vérification de la connexion du conducteur de protection sur le véhicule électrique

L'IC-CPD doit être installé comme en usage normal. L'appareil soumis à essai est alimenté par une source conformément à la Figure 28, à 1,1 fois la tension assignée. La procédure d'essai suivante est appliquée.

- a) L'interrupteur S2 étant en position fermée, l'interrupteur S1 est fermé. Les contacts de l'IC-CPD doivent se fermer.
- b) L'interrupteur S2 étant en position ouverte, l'interrupteur S1 est fermé. Les contacts de l'IC-CPD ne doivent pas se fermer.
- c) Les interrupteurs S1 et S2 étant en position fermée, les contacts de l'IC-CPD doivent être fermés. Si l'interrupteur S2 est ouvert brusquement, les contacts de l'IC-CPD doivent s'ouvrir en moins de 0,1 s. Après fermeture de l'interrupteur S1, il peut s'écouler un certain temps avant la fermeture de l'IC-CPD.

L'essai est ensuite répété, l'appareil étant alimenté cette fois avec une tension de 0,85 U_e .

9.7.10 Vérification du courant permanent dans la connexion du conducteur de protection en service normal

Les IC-CPD doivent être connectés comme indiqué à la Figure 7, selon les cas.

Une résistance (R_1) de $1 \Omega \pm 1 \%$, avec un voltmètre à valeur efficace la traversant, est connectée entre le conducteur de protection d'alimentation et la borne du conducteur de protection d'entrée de l'IC-CPD.

Une résistance (R) de $1 \Omega \pm 1 \%$ est connectée entre le neutre d'alimentation et la borne neutre d'entrée de l'IC-CPD.

La tension appliquée est égale à 1,1 U_e .

La manœuvre de fermeture de l'IC-CPD doit être déclenchée et la chute de tension à travers la résistance R_1 doit être mesurée.

L'IC-CPD est ouvert et la chute de tension à travers la résistance est mesurée.

Le courant dans le conducteur de protection est calculé en utilisant la valeur connue de la résistance et la mesure de la valeur efficace de la tension. La valeur efficace du courant dans le conducteur de protection qui en résulte ne doit pas dépasser 1 mA en valeur efficace à 1,1 U_0 en position ouverte et 1,5 mA en valeur efficace en position fermée.

9.7.11 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants résiduels continus qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphasé

Cet essai s'applique uniquement sur des IC-CPD exploités avec une alimentation biphasée, conformes à la classification donnée en 4.1.3.

a) L'essai doit être réalisé conformément à la Figure 15.

Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et l'IC-CPD étant fermés, le courant 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 circuit d'essai est connecté à l'IC-CPD sur des bornes d'alimentation à deux lignes choisies au hasard.

L'IC-CPD est soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

L'IC-CPD 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 d'exploitation.

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chaque valeur de courant donnée au Tableau 4, l'interrupteur d'essai S1 et l'IC-CPD étant fermés, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2.

L'IC-CPD étant connecté sur des bornes d'alimentation à deux lignes choisies au hasard, cinq mesures du temps d'exploitation sont réalisées pour chaque valeur de courant différentiel donnée au Tableau 4, pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Les temps d'exploitation doivent être conformes aux valeurs données au Tableau 4.

9.7.12 Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en triphasé

Cet essai s'applique uniquement sur des IC-CPD exploités avec une alimentation triphasée (conformes à la classification donnée en 4.1.4).

a) L'essai doit être réalisé conformément à la Figure 16 (voir ci-dessous).

Les interrupteurs d'essai S1 et S2 et l'IC-CPD étant fermés, le courant 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.

L'IC-CPD est soumis à essai cinq fois pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

L'IC-CPD 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 d'exploitation.

Le circuit d'essai étant successivement étalonné à chaque valeur de courant donnée au Tableau 4, l'interrupteur d'essai S1 et l'IC-CPD étant fermés, le courant différentiel est établi brusquement en fermant l'interrupteur d'essai S2.

Cinq mesures du temps d'exploitation sont réalisées pour chaque valeur de courant différentiel donnée au Tableau 4, pour chacune des positions I et II de l'interrupteur d'essai S3.

Les temps d'exploitation doivent être conformes aux valeurs données au Tableau 4 de la présente Norme.

9.8 Vérification de l'endurance mécanique et électrique

9.8.1 Endurance de la fiche et de la partie prise mobile de véhicule

La fiche et la prise mobile de véhicule doivent être soumises à essai conformément à la norme IEC correspondante ou à la Norme nationale en vigueur.

9.8.2 Endurance de la fonction de courant différentiel résiduel de l'IC-CPD

9.8.2.1 Généralités

L'IC-CPD est préparé selon 9.2. L'essai est réalisé dans un circuit d'essai comme indiqué à la Figure 31.

Les essais d'endurance sont réalisés au rythme de quatre cycles de manœuvres par minute. Si le conditionnement de l'IC-CPD ne le permet pas, l'essai réalisé doit être de la durée la plus courte possible, spécifiée par le fabricant. La commutation de l'interrupteur S2 ne doit pas être synchronisée avec l'angle de phase de l'alimentation. La période «ON» doit avoir une durée comprise entre 1,9 s et 2,1 s.

Les IC-CPD sont soumis à un nombre total de 10 000 cycles de manœuvres, chaque cycle consistant en une manœuvre de fermeture suivie d'une manœuvre d'ouverture.

L'essai est réalisé à la tension de fonctionnement assignée.

Étalonnage du circuit d'essai:

- a) le courant est enregistré à travers le capteur de courant A;
- b) une fois l'alimentation à la tension d'essai, les ajustements suivants sont effectués:
 - 1) étalonnage du courant d'appel (R3 et C1): L'IC-CPD est remplacé par une liaison BC d'impédance négligeable comparée avec celle du circuit d'essai. Les interrupteurs d'essai S3 et S4 sont ouverts. R3 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 t_r (10 % à 90 % de la valeur de crête) ne dépassant pas 20 µs, puis redescende à une valeur de $66\text{ A} \pm 3\text{ A}$ à 30 µs + 20 µs après la valeur de crête;
 - 2) étalonnage du courant assigné (X1): La liaison BC étant retirée, les interrupteurs d'essai S1, S2 et S3 en position fermée et l'interrupteur d'essai S4 en position ouverte, 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 bobines d'inductance sans fer sont utilisées, une résistance absorbant approximativement 0,6 % du courant passant par les bobines d'inductance est connectée en parallèle avec chacune des bobines d'inductance. Si des bobines d'inductance en fer sont utilisées, les pertes de puissance de ces bobines d'inductance 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 d'au moins 0,95;
 - 3) étalonnage du courant de précharge (R2) si le courant assigné de l'appareil est inférieur à 30 A: Avec l'IC-CPD remplacé par une liaison BC d'impédance négligeable comparée avec celle du circuit d'essai et les interrupteurs d'essai S1, S2, S3 et S4 en position fermée, R2 est ajusté de sorte que le courant traversant le capteur de courant soit égal à 30 A en valeur efficace. Si le courant assigné de l'appareil est supérieur à 30 A, R2 est remplacé par un circuit ouvert.

Le courant d'appel se compose de deux composants superposés, se déclenchant en même temps, lors de la fermeture des contacts dans l'IC-CPD:

- Le courant d'essai résultant a une valeur de crête maximale de 230 A et correspond à l'Événement 1 de l'ISO 17409:–, 8.8.2.
- Cette valeur de crête peut descendre jusqu'à 30 A en valeur efficace. Ce courant (sinusoïdal) perdure pendant jusqu'à 1 s et correspond à l'Événement 2 de l'ISO 17409:–, 8.8.2.

Une forme d'onde de principe est donnée dans la Figure 33.

9.8.2.2 Procédure d'essai pour l'essai en charge

Les manœuvres d'ouverture doivent être effectuées de la façon suivante.

- 1 000 manœuvres sont effectuées en fermant S4 et S3, en appliquant la tension d'alimentation à l'IC-CPD en fermant S1, en fermant S2 et en ouvrant S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD, la manœuvre d'ouverture est déclenchée en ouvrant S2. Après cela, un nouveau cycle de manœuvres est lancé. Après 1 000 manœuvres effectuées, S1 doit être ouvert.
- 1 500 manœuvres sont effectuées en fermant S4 et S3, en appliquant la tension d'alimentation à l'IC-CPD en fermant S1, en fermant S2 et en ouvrant S4 $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD, la manœuvre d'ouverture est déclenchée en faisant passer un courant différentiel de fonctionnement $I_{\Delta n}$ par l'un des pôles (non indiqué à la Figure 31). Après cela, un nouveau cycle de manœuvres est lancé.

Pendant les essais de a) et b), il est considéré que le contact du conducteur de protection est également vérifié, mais à vide.

9.8.2.3 Procédure d'essai pour l'essai du pouvoir de fermeture sans coupure

Les cycles de manœuvres entre les 10 000 cycles de manœuvres requis et les cycles de manœuvres effectués en fermant S4 et S3, et en appliquant la tension d'alimentation à l'IC-CPD en fermant S1 et S2. $1\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD les interrupteurs S4 et S3 doivent être ouverts. $2\text{ s} \pm 100\text{ ms}$ après la fermeture du circuit principal par l'IC-CPD, la manœuvre d'ouverture est déclenchée en ouvrant S2. Après cela, un nouveau cycle de manœuvres est lancé. Une fois l'ensemble des 10 000 manœuvres effectuées, S1 doit être ouvert.

9.8.2.4 Etat de l'IC-CPD après les essais

A la suite des essais donnés en 9.8.2.2 et 9.8.2.3, l'examen de l'IC-CPD ne doit pas révéler:

- d'usure anormale;
- de dommages à l'enveloppe permettant l'accès aux parties sous tension avec le calibre normalisé de la Figure 9;
- de desserrage de connexions électriques ou raccordements mécaniques;
- d'écoulement du matériau d'étanchéité, le cas échéant.

Dans les conditions d'essai données en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un essai seulement doit être effectué avec mesure du temps d'exploitation. Ce dernier ne doit pas dépasser 0,3 s.

L'IC-CPD doit alors satisfaire à l'essai de rigidité diélectrique spécifié en 9.5.3, mais sans traitement d'humidité préalable et à une tension égale à 900 V, pendant 1 min.

9.9 Vérification du comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité

9.9.1 Liste des essais de surintensité

Les divers essais destinés à vérifier le comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité sont donnés au Tableau 16.

Tableau 16 – Essais de vérification du comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité

Vérification	Paragraphe
Pouvoir de fermeture et de coupure assigné I_m	9.9.2.2
Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné $I_{\Delta m}$	9.9.2.3
Coordination à 250 A et au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc}	9.9.2.4 a)
Coordination au pouvoir de coupure et de fermeture assigné I_m	9.9.2.4 b)
Coordination à 250 A et au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$	9.9.2.4 c)
Pouvoir de coupure et de fermeture de la fiche et du ou des socles de l'IC-CPD, qu'ils soient séparés ou fassent partie intégrante de l'IC-CPD	9.9.3

9.9.2 Essais de court-circuit

9.9.2.1 Conditions générales pour l'essai

Les conditions données en 9.9.2.1 sont applicables à tout essai destiné à vérifier le comportement de l'IC-CPD dans des conditions de court-circuit.

a) Circuit d'essai

Selon les cas, la Figure 8 donne les schémas de circuit à utiliser pour les essais.

La source alimente un circuit avec une résistance R, une bobine d'inductance X, un DPCC, l'IC-CPD soumis à essai et les résistances additionnelles R_1 , R_2 , R_3 ou R_4 , selon le cas.

La résistance R et la bobine d'inductance X sont insérées entre la source d'alimentation S et l'IC-CPD soumis à essai.

Les bobines d'inductance X doivent être sans fer. Elles doivent toujours être placées en série avec la résistance 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 si 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 doit être shuntée par une résistance R absorbant environ 0,6 % du courant traversant la bobine d'inductance, sauf accord contraire entre le fabricant et l'utilisateur.

Le DPCC est inséré en amont de l'IC-CPD soumis à essai.

Les résistances additionnelles R_2 , R_3 et R_4 doivent être insérées en aval de l'IC-CPD soumis à essai, comme indiqué à la Figure 8.

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.2.2 et 4.2.3 doivent être soumis à essai dans l'ensemble tel qu'il a été fabriqué.

Les IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.3 doivent être munis de câbles laissés à la discrétion du fabricant et du laboratoire d'essai.

Le schéma du circuit d'essai doit être donné dans le rapport d'essai. Il doit être conforme à la Figure 8 appropriée de la présente Norme.

Il doit y avoir un seul point du circuit d'essai raccordé directement à la terre. Cela peut être la connexion de court-circuit du circuit d'essai ou le point neutre de la source d'alimentation ou tout autre point convenable. La manière dont est effectuée la mise à la terre doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Des essais doivent être réalisés afin de vérifier les valeurs βt et I_p minimales auxquelles l'IC-CPD doit résister, données au Tableau 17. Le DPCC, le cas échéant, doit être ajusté et doit être constitué d'un fil d'argent, d'un fusible ou de tout autre moyen. Le fabricant doit spécifier le type de DPCC à utiliser pour les essais. Le type de DPCC doit être indiqué dans le rapport d'essai.

Pour les besoins du présent essai, une vérification, destinée à s'assurer que le DPCC a été correctement choisi et ajusté (βt et I_p), est effectuée avant l'essai, l'IC-CPD étant remplacé par une connexion provisoire d'impédance négligeable.

Les valeurs minimales d'énergie transmise βt et de courant de crête I_p , basées sur un angle électrique de 45°, sont données au Tableau 17.

Tableau 17 – Valeurs minimales de βt et I_p

		I_n A			
I_{nc} et I_{Ac} A		≤ 16	≤ 20	≤ 25	≤ 32
1 500	I_p (kA)	1,02	1,1	1,25	1,5
	βt (kA ² s)	2,5	3,0	3,6	6,0

A la demande du fabricant, des valeurs plus élevées de βt et I_p peuvent être utilisées. La vérification des valeurs minimales de βt et I_p n'est pas nécessaire si le fabricant a indiqué pour les IC-CPD des valeurs supérieures aux valeurs minimales, auquel cas ces valeurs indiquées doivent être vérifiées.

Toutes les parties conductrices de l'IC-CPD soumis à essai, normalement raccordées à la terre en service, y compris le support métallique sur lequel l'IC-CPD est fixé ou placé, ou toute enveloppe métallique (voir 9.9.2.1 f)) doivent être reliées au point neutre de la source d'alimentation 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_1 .

Les capteurs de tension V doivent enregistrer la tension d'alimentation et la tension de rétablissement. Le capteur de courant A doit enregistrer le courant d'essai.

D'autres capteurs peuvent être placés pour donner des indications sur le fonctionnement, par exemple la tension à travers les pôles transportant le courant d'essai ou la tension entre la borne L (ou L_1) en aval et le neutre.

Sauf indication contraire dans le rapport d'essai, la résistance des circuits de mesure doit être au moins de 100 Ω /V de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

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 l'IC-CPD et le DPCC doivent être effectués aux valeurs des grandeurs et facteurs d'influence fixés par le fabricant, conformément au Tableau 5 de la présente Norme, sauf indication contraire.

Les essais sont considérés comme valables, si les valeurs figurant dans le rapport d'essai ne diffèrent des valeurs spécifiées que dans les limites des tolérances suivantes:

- courant: $\begin{matrix} +5 \\ 0 \end{matrix} \%$;
- fréquence: $\pm 5 \%$;
- facteur de puissance: $\begin{matrix} 0 \\ -0,05 \end{matrix}$;
- tension: $\pm 5 \%$ (y compris pour la tension de rétablissement à fréquence industrielle).

c) Facteur de puissance du circuit d'essai

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être déterminé suivant une méthode bien établie qui doit être indiquée dans le rapport d'essai.

Deux exemples sont donnés à l'Annexe G.

Les valeurs du facteur de puissance doivent être comprises entre 0,93 et 0,98.

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 de l'IC-CPD soumis à essai.

NOTE 1 La valeur de 105 % de la tension assignée est considérée comme couvrant les effets des variations du système de tension dans les conditions de service normales. La limite supérieure peut être augmentée après accord du fabricant.

Après chaque extinction de l'arc, la tension de rétablissement à fréquence industrielle doit être maintenue pendant au moins 0,1 s.

e) Etalonnage du circuit d'essai

Le courant est enregistré à travers le capteur de courant A.

Lorsque les IC-CPD sont alimentés à la tension d'essai, enregistrée par le capteur de tension V, les ajustements suivants sont effectués:

- R et X: le DPCC est remplacé par une liaison B_L et l'IC-CPD par des liaisons B_C d'impédance négligeable comparée avec celle du circuit d'essai. Les connexions en aval de l'IC-CPD soumis à essai sont court-circuitées au moyen de la liaison B_d d'impédance négligeable. La résistance R et la bobine d'inductance X sont réglées de façon à obtenir un courant égal au courant conditionnel de court-circuit assigné au facteur de puissance prescrit.
- R_2 , R_3 , R_4 : le DPCC est remplacé par une liaison B_L et l'IC-CPD par des liaisons B_C d'impédance négligeable comparée avec celle du circuit d'essai (la liaison B_d est retirée).
 - R_2 : courant différentiel de $10 I_{\Delta n}$ quand S_1 est fermé (pour le courant différentiel lors de l'essai de I_m).
 - R_3 : courant de fermeture et de coupure assigné (pour la coordination de l'essai de I_m , $I_{\Delta m}$ et I_m). La valeur est la plus élevée des valeurs entre 100 A et $10 I_n$.
 - R_4 : courant de 250 A (pour les essais de I_{nc} et $I_{\Delta c}$).

f) Conditionnement de l'IC-CPD pour l'essai

Si l'IC-CPD est muni d'un fusible intégré, les dispositions suivantes s'appliquent:

- un premier jeu d'échantillons est soumis à essai avec un fusible raccordé;
- un deuxième jeu d'échantillons est soumis à essai avec le fusible intégré non remplaçable.

L'IC-CPD doit être assemblé et raccordé selon les instructions du fabricant et, pour autant que cela soit applicable, posé sur un support métallique, à l'air libre.

Pour l'opération d'ouverture (O) seulement, une feuille transparente de polyéthylène d'épaisseur $(0,05 \pm 0,01)$ mm qui dépasse d'au moins 50 mm, dans toutes les directions, les dimensions hors tout de la face avant de l'appareil, mais de dimensions au moins égales à 200 mm × 200 mm, est fixée, raisonnablement tendue, dans un cadre placé à 10 mm:

- soit de la position la plus débordante de l'organe d'exploitation pour un appareil dont l'organe d'exploitation ne se trouve pas dans un renforcement;
- soit au bord du renforcement pour un appareil dont l'organe d'exploitation se trouve dans un renforcement.

Il convient que la feuille ait les propriétés physiques suivantes:

- masse volumique à 23 °C $(0,92 \pm 0,05)$ g/cm³;
- point de fusion 110 °C à 120 °C.

Le mécanisme de commande pour les opérations de fermeture ou d'ouverture doit simuler d'aussi près que possible le fonctionnement manuel normal.

Le fonctionnement correct à vide de l'IC-CPD soumis à essai, lorsqu'il est manœuvré dans les conditions spécifiées, doit être vérifié.

g) Séquence des manœuvres

La procédure d'essai consiste en une séquence de manœuvres. Les symboles suivants sont utilisés pour définir la séquence des manœuvres:

- O représente une manœuvre d'ouverture, le court-circuit étant établi en fermant l'interrupteur S_2 avec l'IC-CPD dans la position fermée;
- t représente l'intervalle de temps entre deux manœuvres successives en court-circuit qui doit être de 3 min. Un temps plus long peut être exigé pour le réarmement ou le remplacement du DPCC, le cas échéant;
- CO représente une manœuvre de fermeture/ouverture: l'interrupteur S_2 étant fermé, le court-circuit est créé en fermant l'IC-CPD. L'ouverture se fait en manœuvrant l'IC-CPD ou le DPCC (dans le cas d'un DPCC, voir 9.9.2.4).

NOTE 2 Si l'IC-CPD est du type qui se ferme automatiquement lorsque la tension est appliquée, l'interrupteur d'essai S_3 est fermé pour effectuer la manœuvre «CO».

h) Comportement de l'IC-CPD pendant les essais

Pendant les essais, l'IC-CPD soumis à essai ne doit pas mettre en danger l'opérateur.

De plus, il ne doit se produire ni arc permanent, ni contournement entre les pôles ou entre les pôles et les parties conductrices exposées, ni fonctionnement de l'appareil F.

Un fusible intégré non remplaçable peut, le cas échéant, être utilisé pendant l'essai.

i) Etat de l'IC-CPD après les essais

Les échantillons d'IC-CPD sont considérés avoir satisfait à l'essai si au minimum l'une des conditions suivantes est remplie:

- aucun dommage ne compromettant son utilisation ultérieure, à savoir:
 - l'IC-CPD doit être capable de satisfaire aux essais donnés en 9.14;
 - l'IC-CPD doit être capable, sans maintenance, de fermer et de couper son courant assigné à sa tension assignée;
 - dans les conditions d'essai données en 9.7.3.3, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$; un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation;
 - pour un IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.4.2 (PES), l'ouverture du contact du conducteur de protection doit être assurée.
- ouverture du fusible intégré non remplaçable sur la voie de courant de la ou des phases et/ou du neutre, le cas échéant, le signal pilote de commande doit désactiver la charge et le contact du conducteur de protection, le cas échéant, est fermé;
- un défaut est indiqué au moyen d'un signal visuel ou sonore, le signal pilote de commande doit désactiver la charge et le contact du conducteur de protection, le cas échéant, est fermé.

De plus, les conditions suivantes doivent être remplies:

- il ne doit pas y avoir de possibilité d'accès aux parties sous tension qui sont en principe inaccessibles en usage normal, même si le doigt d'épreuve normalisé est appliqué avec une force ne dépassant pas 5 N;
- la feuille de polyéthylène ne doit présenter aucun trou visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire;
- l'IC-CPD doit être capable de satisfaire sans maintenance aux exigences données en 9.5.3, mais à une tension égale à deux fois la tension assignée pendant 1 min, sans traitement d'humidité préalable;

- la continuité de la voie du conducteur de protection avec une impédance suffisamment basse doit être maintenue et vérifiée à l'aide de moyens appropriés.

9.9.2.2 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)

Le présent essai est destiné à vérifier l'aptitude de l'IC-CPD à établir, à supporter pendant un temps spécifié et à couper les courants de court-circuit tandis que le courant différentiel provoque le fonctionnement de l'IC-CPD.

a) Conditions d'essai

L'IC-CPD est soumis à essai dans un circuit conformément aux conditions générales d'essais prévues en 9.9.2.1.

Une liaison B_L est connectée dans le DPCC, de façon à ne pas avoir de DPCC extérieur inséré dans le circuit.

R_2 est connecté en fermant S_1 .

R_3 est connecté à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval neutre de l'IC-CPD de type LNSE.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

CO – t – CO – t – CO.

9.9.2.3 Vérification du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$) en court-circuit

Cet essai est destiné à vérifier l'aptitude de l'IC-CPD à établir, supporter pendant un temps spécifié et couper des courants différentiels de court-circuit.

a) Conditions d'essai

Pour les systèmes de fiches et de socles, l'essai doit être réalisé dans une position aléatoire de la fiche insérée dans le socle.

L'IC-CPD est soumis à essai dans un circuit conformément aux conditions générales d'essais prévues en 9.9.2.

Une liaison B_L est connectée dans le DPCC, de façon à ne pas avoir de DPCC extérieur inséré dans le circuit.

S_1 est ouvert pour déconnecter R_2 .

R_3 est connecté à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval du conducteur de protection.

b) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO

9.9.2.4 Vérification de la coordination entre l'IC-CPD et le DPCC

Ces essais sont destinés à vérifier que l'IC-CPD protégé par le DPCC est capable de supporter sans dommage des courants de court-circuit jusqu'à son courant conditionnel de court-circuit assigné (voir 5.3.9 et 5.3.10) et à sa valeur assignée de fermeture et de coupure.

Le courant de court-circuit est interrompu par l'association de l'IC-CPD et du DPCC.

Pendant l'essai, l'IC-CPD seulement, le DPCC seulement ou les deux peuvent s'ouvrir. Toutefois si seul l'IC-CPD s'ouvre, l'essai est aussi considéré comme satisfaisant.

Le DPCC est remplacé ou réarmé selon le cas après chaque manœuvre.

Les essais suivants sont effectués dans les conditions générales données en 9.9.2.1 et comme spécifié en a), b) ou c), selon le cas.

Pour les manœuvres «O», la fermeture de l'interrupteur S_2 est synchronisée par rapport à l'onde de tension de façon que le point d'initiation soit $(45 \pm 5)^\circ$.

a) Vérification de la coordination à 250 A et au courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{nc})

Un essai est effectué sans établir un courant différentiel jusqu'au courant conditionnel de court-circuit assigné I_{nc} .

1) Conditions d'essai

Pour les systèmes de fiches et de socles, l'essai doit être réalisé dans une position aléatoire de la fiche insérée dans le socle.

La liaison BL à travers le DPCC est ouverte de façon que le DPCC soit dans le circuit d'essai.

R_2 n'est pas connecté et S_1 est ouvert.

Pour l'essai à 250 A, R_4 est connecté à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval neutre de l'IC-CPD de type LNSE.

Pour l'essai de I_{nc} , la borne aval L_t de l'IC-CPD est connectée à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval neutre de l'IC-CPD de type LNSE.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO à 250 A,

O – t – CO à I_{nc} assigné.

Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque séquence d'essai.

b) Vérification de la coordination au pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)

Un essai est effectué sans établir de courant différentiel, à 100 A.

1) Conditions d'essai

La liaison B_L à travers le DPCC est ouverte de façon que le DPCC soit dans le circuit d'essai.

R_2 n'est pas connecté et S_1 est ouvert.

R_3 est connecté à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval neutre de l'IC-CPD de type LNSE.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO – t – CO.

c) Vérification de la coordination à 250 A et au courant différentiel conditionnel de court-circuit assigné ($I_{\Delta c}$)

Un essai est effectué avec un courant différentiel jusqu'au courant conditionnel de court-circuit assigné $I_{\Delta c}$ dans le circuit du conducteur de protection de l'IC-CPD.

1) Conditions d'essai

La liaison B_L à travers le DPCC est ouverte de façon que le DPCC soit dans le circuit d'essai.

R_2 n'est pas connecté et S_1 est ouvert.

Pour l'essai à 250 A, R_4 est connecté à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval du conducteur de protection de l'IC-CPD.

Pour l'essai de $I_{\Delta C}$, la borne aval L_t de l'IC-CPD est connectée à la borne d'alimentation de l'interrupteur S_2 . La borne aval de l'interrupteur S_2 est connectée à la borne aval du conducteur de protection de l'IC-CPD.

2) Procédure d'essai

La séquence de manœuvres suivante est effectuée:

O – t – CO à 250 A,

O – t – CO à $I_{\Delta C}$ assigné.

Un nouvel échantillon peut être utilisé pour chaque séquence d'essai.

9.9.3 Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de la fiche de l'IC-CPD

La conformité est vérifiée selon l'Article 20 de l'IEC 60884-1:2002 et l'IEC 60884-1:2002/AMD2:2013.

9.10 Vérification de la résistance aux chocs mécaniques et aux impacts

9.10.1 Généralités

Les IC-CPD doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes survenant en usage normal.

La conformité de chaque élément intégré est vérifiée par les essais appropriés conformément au Tableau 18.

Tableau 18 – Liste des essais de résistance aux chocs mécaniques et aux impacts

Partie à soumettre à essai	Essai (paragraphe)
Pour les appareils conformes à la classification donnée en 4.3.2, 4.3.3, 4.3.4	9.10.2 et 9.10.4
Pour les presse-étoupes à vis des IC-CPD	9.10.3

La conformité des fiches et prises mobiles ne comportant pas le boîtier de fonctions est vérifiée par les essais appropriés de la norme applicable à chaque produit.

9.10.2 Essai de chute

L'IC-CPD est préparé sous forme d'un ensemble comprenant le boîtier de fonctions avec moins de 100 mm de longueur de câble de chaque côté, le cas échéant, pour l'essai.

L'essai de chute doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-31, avec les paramètres suivants:

- nombre d'appareils: 3;
- nombre de chutes par appareil: 2 pour chaque axe x, y, z;
- hauteur de chute: 1 m;
- surface d'impact: sol béton ou plaque d'acier;
- orientation: la première chute de chaque appareil selon un axe dimensionnel différent, la deuxième chute de l'appareil concerné selon le même axe dimensionnel, mais sur le côté opposé de l'enveloppe;

– mode de fonctionnement: non exploité.

Après réalisation de l'essai ci-dessus, l'enveloppe de l'IC-CPD ne doit pas présenter de détérioration visible qui compromettrait la protection contre les contacts. Il convient ensuite de mettre l'IC-CPD sous tension et de vérifier que l'auto-essai est concluant.

NOTE 1 Le présent essai couvre le cas d'une mauvaise manipulation de l'utilisateur qui peut laisser tomber l'appareil lorsqu'il le porte.

NOTE 2 La description de l'essai provient de 4.3.2 de l'ISO 16750-3:2012.

9.10.3 Essai pour les presse-étoupes à vis des IC-CPD

Les presse-étoupes à vis sont équipés d'une broche métallique cylindrique dont le diamètre, en millimètres, est égal au diamètre intérieur de la bague d'étanchéité, arrondi au nombre entier immédiatement inférieur.

Les presse-étoupes sont ensuite serrés à l'aide d'une clé appropriée, le couple indiqué au Tableau 19 étant appliqué à la clé pendant 1 min.

Tableau 19 – Couple appliqué à la clé pour l'essai

Diamètre de la broche d'essai mm	Couple Nm	
	Presse-étoupes métalliques	Presse-étoupe en matière moulée
Jusqu'à 14 inclus	6,25	3,75

Après l'essai, les presse-étoupes et les enveloppes des échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente Norme.

9.10.4 Essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de câbles

Les échantillons d'IC-CPD non démontables, conformes à la classification donnée en 4.3.2, ou enfichables, conformes à la classification donnée en 4.3.4, sont soumis à essai tels qu'ils sont livrés.

L'IC-CPD est muni d'un câble souple de 2,25 m du point pivot au point support comme indiqué à la Figure 19.

L'échantillon est maintenu de façon que le câble soit horizontal et on le laisse tomber ensuite huit fois sur un sol en béton (dans des orientations différentes).

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration au sens de la présente Norme. En particulier, aucune partie ne doit s'être détachée ou avoir pris du jeu.

NOTE De petites ébréchures sur la surface qui ne nuisent pas à la protection contre les chocs électriques ne sont pas retenues.

S'il y a lieu, l'IC-CPD doit fonctionner lorsqu'un courant différentiel de $1,25 I_{\Delta n}$ est appliqué sur un pôle choisi au hasard, le temps d'exploitation n'étant pas mesuré.

Après cet essai, la protection contre les chocs électriques ne doit pas être affectée et l'échantillon doit satisfaire aux exigences données en 9.4.

9.11 Essai de résistance à la chaleur

9.11.1 Généralités

Les essais sont effectués selon 9.11.2, 9.11.3 et 9.11.4, selon le cas.

Les essais de 9.11.2 et 9.11.3 ne sont pas effectués sur les parties en matériau céramique.

Si deux ou plusieurs des parties isolantes spécifiées en 9.11.2 et en 9.11.3 sont réalisées dans le même matériau, l'essai est effectué seulement sur l'une quelconque de ces parties, selon 9.11.2 ou 9.11.3, selon le cas.

9.11.2 Essai de température en enceinte thermique

Les échantillons, sans capot amovible éventuel, sont maintenus pendant 1 h dans une enceinte thermique à une température de $(100 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Les capots amovibles éventuels sont maintenus pendant 1 h dans l'enceinte thermique à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Au cours de l'essai, les échantillons ne doivent subir aucune modification qui nuirait à leur emploi ultérieur et le matériau d'étanchéité éventuel ne doit pas avoir coulé au point que des parties sous tension soient devenues accessibles.

Après l'essai et après que les échantillons soient revenus approximativement à la température ambiante, il ne doit y avoir aucun accès possible aux parties sous tension qui ne sont normalement pas accessibles 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 données en 9.7.3.3, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un essai seulement est effectué, sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

Après l'essai, les marquages doivent être encore lisibles.

NOTE Un changement de couleur, des boursouflures ou un léger déplacement du matériau d'étanchéité ne sont pas retenus, pourvu que la sécurité ne soit pas affectée au sens de la présente Norme.

9.11.3 Essai de pression à la bille des matériaux isolants nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant

Les parties en matériau isolant des IC-CPD nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant ou des parties du circuit de protection et les parties maintenant en position les bornes ou les terminaisons sont soumises à un essai de pression à la bille, au moyen de l'appareil décrit à la Figure 14.

Lorsqu'il n'est pas possible d'effectuer l'essai sur les échantillons eux-mêmes, il convient de l'effectuer sur une pièce d'une épaisseur d'au moins 2 mm découpée dans l'échantillon. En cas d'impossibilité, jusqu'à quatre couches, toutes découpées dans le même échantillon, peuvent être utilisées, auquel cas il convient que l'épaisseur totale des couches ne soit pas inférieure à 2,5 mm.

Les parties en matière thermoplastique situées sur la face frontale dans une zone de 2 mm de large autour des orifices d'entrée des broches de phase et de neutre des socles sont aussi soumises au présent essai.

La partie à soumettre à essai doit être placée sur une plaque en acier d'au moins 3 mm d'épaisseur et en contact direct avec elle.

La partie est placée sur le support d'acier, la surface appropriée destinée à l'essai étant en position horizontale. Une bille d'acier de 5 mm de diamètre est pressée contre cette surface avec une force de 20 N.

La charge d'essai et le support doivent être placés dans l'enceinte thermique pendant une durée suffisante pour s'assurer qu'ils ont atteint la température d'essai et sont stabilisés avant que l'essai ne commence.

L'essai est effectué dans une enceinte thermique à une température de $(125 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

Après 1 h, la bille est retirée de l'échantillon qui est ensuite immergé dans de l'eau froide pendant 10 s pour le refroidir approximativement à la température ambiante.

Le diamètre de l'empreinte due à la bille est mesuré et ne doit pas dépasser 2 mm.

9.11.4 Essai de pression à la bille des matériaux isolants non nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant

Les parties extérieures en matériau isolant des IC-CPD qui ne sont pas nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant et des parties du circuit de protection, même si elles sont en contact avec celles-ci, sont soumises à un essai de pression à la bille conformément à 9.11.3, mais l'essai est effectué à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$, augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai donné en 9.6, selon la valeur qui se révèle être la plus élevée.

En cas d'application de la note de bas de page h) du Tableau 5, l'essai est réalisé à une température de $(70 \pm 2) ^\circ\text{C}$ ou de $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$, augmentée de l'échauffement le plus élevé déterminé pour la partie correspondante pendant l'essai donné en 9.6, selon la valeur qui se révèle être la plus élevée.

9.12 Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu

L'essai au fil incandescent est effectué selon l'IEC 60695-2-10 et l'IEC 60695-2-11 dans les conditions suivantes:

- pour les parties en matériau isolant des IC-CPD qui ne sont pas nécessaires au maintien en position des parties transportant le courant et des parties du circuit de protection, par l'essai réalisé à une température de $750 ^\circ\text{C} \pm 15 ^\circ\text{C}$;
- pour toutes les autres parties réalisées en matériau isolant, par l'essai réalisé à une température de $650 ^\circ\text{C} \pm 10 ^\circ\text{C}$.

Si les essais spécifiés doivent être effectués en plus d'un endroit sur le même échantillon, un soin particulier doit être apporté pour assurer que toute détérioration provoquée par les essais précédents n'affecte pas le résultat de l'essai à effectuer.

Les petites pièces, telles que les rondelles, ne sont pas soumises à l'essai de 9.12

Les essais ne sont pas effectués sur les pièces en matériau céramique.

Dans la mesure du possible, il convient que l'échantillon soit un IC-CPD complet.

Si l'essai ne peut pas être fait sur un IC-CPD complet, une partie appropriée peut en être coupée afin d'effectuer le présent essai.

L'essai est effectué sur un seul échantillon.

En cas de doute, l'essai doit être répété sur deux autres échantillons.

L'essai est effectué en appliquant le fil incandescent une fois.

L'échantillon doit être positionné pendant l'essai dans la position la plus défavorable susceptible d'apparaître dans son utilisation prévue (avec la surface soumise à essai en position verticale).

L'extrémité du fil incandescent doit être appliquée sur la surface spécifiée de l'échantillon, en tenant compte des conditions d'utilisation prévue dans lesquelles un élément chauffé ou incandescent peut entrer en contact avec l'échantillon.

L'échantillon est considéré comme ayant satisfait à l'essai au fil incandescent si l'une des conditions suivantes est remplie:

- il n'apparaît aucune flamme visible et aucune incandescence prolongée;
- les flammes et l'incandescence sur l'échantillon s'éteignent dans les 30 s qui suivent le retrait du fil incandescent.

Le papier de soie ne doit pas s'être enflammé et la planche ne doit pas être roussie.

9.13 Vérification de l'auto-essai

Chaque IC-CPD est initialement alimenté à la tension assignée comme en usage normal.

Pendant la procédure d'auto-essai, il doit être vérifié que le conducteur de protection en amont ne peut pas être mis sous tension et que les contacts en aval ne doivent pas être fermés.

L'IC-CPD doit déclencher dans les conditions données en 9.7.3.4 avec un courant différentiel $I_{\Delta n}$. Il ne doit pas être possible de refermer l'IC-CPD sans effectuer d'auto-essai.

Avant chaque démarrage du processus de charge, l'IC-CPD doit être soumis à essai avec un auto-essai lancé automatiquement.

Le fonctionnement correct de l'IC-CPD doit conduire au démarrage de la charge du VE.

Un échantillon d'IC-CPD doit être préparé en mettant en court-circuit les contacts de phase et de neutre. En cas de contacts couplés non mécaniquement, un autre échantillon est préparé avec un seul contact mis en court-circuit, choisi au hasard. Pour l'essai, cette voie de courant est connectée à l'alimentation.

L'IC-CPD est alors alimenté à sa tension assignée. Le processus de charge doit être lancé.

Il doit en résulter un défaut indiqué au moyen d'un signal visuel ou sonore, le signal pilote de commande devant désactiver la charge et le contact du conducteur de protection, le cas échéant, étant fermé.

9.14 Vérification du comportement des IC-CPD en cas de perte de la tension d'alimentation

9.14.1 Vérification du fonctionnement correct à la tension de fonctionnement minimale (U_x)

Une tension égale à U_e est appliquée à l'une des deux voies de courant de l'IC-CPD choisie au hasard et la tension est réduite graduellement jusqu'à U_x , puis baissée progressivement à un rythme d'environ 5 V/s jusqu'à ce que l'ouverture automatique ait lieu.

La tension d'ouverture est mesurée.

Cinq mesures sont effectuées sur chaque échantillon.

Toutes les valeurs de la tension d'ouverture mesurées ne doivent pas dépasser 0,85 fois la tension assignée minimale et doivent être supérieures à U_x , le cas échéant.

A la fin de ces mesures, la tension est réglée à U_e puis elle est réduite à une valeur de 5 % supérieure à la tension d'ouverture maximale mesurée. Cette condition doit permettre de vérifier que l'IC-CPD fonctionne conformément au Tableau 2 à $I_{\Delta n}$.

Si l'une des tensions d'ouverture mesurées est supérieure à 85 V, l'essai ci-dessus, conformément au Tableau 2 à $I_{\Delta n}$ est répété à une tension d'alimentation tout juste supérieure à la tension d'ouverture minimale mesurée.

9.14.2 Vérification de l'ouverture automatique en cas de perte de la tension d'alimentation

L'IC-CPD est alimenté en amont par la tension assignée (ou une valeur quelconque prise dans la plage des tensions assignées, le cas échéant) et il est fermé.

La tension d'alimentation est ensuite coupée.

L'intervalle de temps entre la coupure et l'ouverture des contacts principaux est mesuré.

Cinq mesures sont effectuées.

Le temps d'ouverture pour l'IC-CPD doit être inférieur ou égal à 1 s.

9.14.3 Vérification de la fonction de refermeture

L'IC-CPD est en position ouverte en raison de l'ouverture automatique. Une tension d'alimentation dont la valeur est augmentée progressivement est appliquée de manière à obtenir dans les 30 s, en commençant par la valeur zéro, la tension assignée ou, en cas de plage de tensions assignées, la plus faible valeur de tension assignée. L'IC-CPD doit relancer le processus de charge au plus tard dès que la tension atteint la valeur de 0,85 fois la tension assignée. L'augmentation de la tension doit être arrêtée au moment de la refermeture automatique de l'IC-CPD.

A cette tension ou à 85 V, selon la valeur qui se révèle être la plus élevée, le fonctionnement de l'IC-CPD conformément au Tableau 2 à $I_{\Delta n}$ doit être vérifié. La tension d'alimentation est coupée puis réappliquée au bout de 30 s et l'IC-CPD ne doit pas se refermer automatiquement tant qu'il n'y a pas de réarmement manuel.

9.15 Vérification des valeurs limites du courant de non-fonctionnement en cas de surintensité

L'IC-CPD est connecté comme en usage normal avec une charge pratiquement non inductive correspondant à un courant égal à 4 I_n .

Les IC-CPD sont alimentés en amont par la tension assignée (ou une valeur quelconque prise dans la plage des tensions assignées, le cas échéant).

Le courant est établi par un interrupteur d'essai bipolaire, qui est ouvert après 1 s.

L'IC-CPD ne doit pas s'ouvrir.

L'essai est répété trois fois, l'intervalle entre deux fermetures consécutives étant au moins de 1 min.

S'il y a lieu, un fusible intégré peut être remplacé par un élément non fusible.

9.16 Vérification de la tenue aux déclenchements indésirables dus aux ondes de courant à la terre résultant d'ondes de choc

L'IC-CPD est soumis à essai à l'aide d'un générateur de surtension capable de fournir un courant oscillatoire amorti comme indiqué à la Figure 23. Un exemple de schéma de circuit pour l'essai de l'IC-CPD est donné à la Figure 24. Un pôle de l'IC-CPD, choisi au hasard, est soumis à 10 applications de l'onde de courant. La polarité de l'onde de courant doit être inversée toutes les deux applications. L'intervalle entre deux applications consécutives doit être d'environ 30 s.

L'impulsion de courant doit être mesurée à l'aide de moyens appropriés et ajustée à l'aide d'un échantillon supplémentaire d'IC-CPD du même type pour satisfaire aux exigences suivantes:

- valeur pic: $25 A_0^{+10} \%$;
- temps de montée virtuel: $0,5 \mu s \pm 30 \%$;
- période de l'onde d'oscillation suivante: $10 \mu s \pm 20 \%$;
- chacun des pics successifs: environ 60 % du pic précédent.

Au cours des essais, l'IC-CPD ne doit pas déclencher.

9.17 Vérification de la fiabilité

9.17.1 Essai climatique

9.17.1.1 Généralités

L'essai est basé sur l'IEC 60068-3-4 en tenant compte des essais de l'IEC 60068-2-30.

9.17.1.2 Chambre d'essai

La chambre doit être construite comme indiqué dans l'IEC 60068-3-4. L'eau condensée 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 $7,0 \pm 1,0$.

9.17.1.3 Sévérité

Les cycles sont effectués dans les conditions suivantes:

- température la plus élevée: $(55 \pm 2) ^\circ C$;
- nombre de cycles: 28.

9.17.1.4 Procédure d'essai

La procédure d'essai doit être conforme à l'IEC 60068-3-4 et à l'IEC 60068-2-30.

a) Vérification initiale

Une vérification initiale est faite en soumettant l'IC-CPD à l'essai donné en 9.7.3.4, mais seulement à $I_{\Delta n}$.

b) Conditionnement

- 1) L'IC-CPD est introduit dans la chambre, connecté comme en usage normal.

Il doit être en position fermée. Les IC-CPD doivent être alimentés à la tension assignée ou, s'il y a plus d'une tension assignée, à n'importe laquelle des tensions assignées.

- 2) Période de stabilisation (voir Figure 20).

La température de l'IC-CPD doit être stabilisée à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$:

- soit en plaçant l'IC-CPD dans une chambre distincte de la chambre d'essai avant de l'introduire dans celle-ci;
- soit en réglant la température de la chambre d'essai à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ après l'introduction de l'IC-CPD 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 respecter les limites prescrites pour les conditions atmosphériques normales d'essai (voir Tableau 5).

Pendant la dernière heure, l'IC-CPD étant dans la chambre d'essai, l'humidité relative doit être augmentée jusqu'à être au moins égale à 95 % à une température ambiante de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$.

- 3) Description du cycle de 24 h (voir Figure 21).

- i) La température de la chambre doit être élevée d'une façon continue jusqu'à la valeur de la température la plus élevée prescrite en 9.17.1.3. Cette température la plus élevée doit être obtenue en un temps égal à $3 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ et à une vitesse comprise dans les limites définies par l'aire hachurée de la Figure 21. Pendant cette période, l'humidité relative doit être d'au moins 95 %. Pendant cette période, de la condensation doit se former sur l'IC-CPD.

NOTE La condition pour que de la condensation se forme implique que la température de surface de l'IC-CPD soit inférieure à celle du point de rosée de l'atmosphère. Cela signifie que l'humidité relative est supérieure à 95 % si la constante de temps thermique est faible. Des précautions sont prises pour qu'aucune goutte d'eau condensée ne puisse tomber sur l'échantillon.

- ii) La température doit alors être maintenue pendant $12 \text{ h} \pm 30 \text{ min}$ à partir du début du cycle à une valeur pratiquement constante, dans les limites de $\pm 2 ^\circ\text{C}$ prescrites pour la température la plus élevée.

Pendant cette période, l'humidité relative doit être de $(93 \pm 3) \%$, sauf pendant les 15 premières et dernières minutes pendant lesquelles elle doit être comprise entre 90 % et 100 %. Il ne doit pas se former de condensation sur l'IC-CPD pendant la dernière période de 15 min.

- iii) La température doit alors descendre à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ pendant une durée de 3 h à 6 h. Le rythme de baisse de température pour la première tranche de $1 \text{ h} 30 \text{ min}$ doit être telle que, si elle est maintenue comme indiqué à la Figure 20, il en résulte une température de $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ atteinte au bout de $3 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$. Pendant la période de chute de la température, l'humidité relative ne doit pas être inférieure à 95 %, sauf pendant les 15 premières minutes durant lesquelles elle ne doit pas être inférieure à 90 %.
- iv) La température doit enfin être maintenue à $(25 \pm 3) ^\circ\text{C}$ avec une humidité relative d'au moins 95 % jusqu'à ce que le cycle de 24 h soit achevé.

9.17.1.5 Rétablissement

À la fin de l'exécution des cycles, l'IC-CPD ne doit pas être retiré de la chambre d'essai.

La porte de la chambre d'essai doit être ouverte et la régulation en température et humidité est coupée.

Une période de 4 h à 6 h doit s'écouler avant d'effectuer les mesures finales, pour permettre le rétablissement des conditions de l'atmosphère ambiante (température et humidité).

Au cours des 28 cycles, l'IC-CPD ne doit pas déclencher.

9.17.1.6 Vérification finale

Dans les conditions d'essais spécifiées en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$ et ne doit pas déclencher avec un courant $I_{\Delta n0}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

9.17.2 Essai à la température de 45 °C

L'IC-CPD est installé comme en usage normal sur une paroi de contre-plaqué de 20 mm d'épaisseur environ, peinte en noir mat.

Les IC-CPD sont soumis à essai tels qu'ils sont fournis par le fabricant.

L'ensemble est placé dans une enceinte thermique.

Les IC-CPD non démontables sont soumis à essai dans leur état de livraison.

On fait passer dans l'IC-CPD un courant égal au courant assigné sous une tension appropriée et on le soumet à une température de (45 ± 2) °C pendant 28 cycles, chaque cycle comprenant 21 h avec un courant traversant, suivi de 3 h sans courant. Le courant est interrompu par un interrupteur auxiliaire, l'IC-CPD n'étant pas manœuvré.

En cas d'application de la note de bas de page h) du Tableau 5, l'essai doit être réalisé à la température maximale de la fiche.

Les IC-CPD sont alimentés à la tension assignée ou, s'il y a plus d'une tension assignée, à n'importe laquelle des tensions assignées. 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 50 K.

Après cet essai, on laisse refroidir dans l'enceinte thermique l'IC-CPD sans courant, approximativement jusqu'à la température ambiante.

Dans les conditions d'essai données en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

9.18 Résistance au vieillissement

L'IC-CPD et ses composants électroniques, s'il y a lieu, doivent satisfaire aux deux essais suivants, selon le cas.

a) Résistance au vieillissement

Les pièces prévues pour la décoration seulement, telles que certains couvercles, doivent être retirées avant l'essai.

Les IC-CPD sont soumis à essai, après avoir été montés et assemblés comme en usage normal, dans une enceinte thermique dont l'atmosphère a la composition et la pression de l'air ambiant et qui est ventilée par circulation naturelle.

La température dans l'enceinte thermique doit être de (70 ± 2) °C.

Les échantillons sont maintenus dans l'enceinte thermique pendant 7 jours (168 h).

Il est recommandé d'utiliser une enceinte thermique à chauffage électrique.

Une circulation naturelle de l'air peut être prévue au moyen de trous dans les parois de l'enceinte thermique.

Après le traitement, les échantillons sont retirés de l'enceinte thermique et conservés à température ambiante et à une humidité relative de 45 % à 55 % pendant au moins 4 jours (96 h).

Les échantillons ne doivent présenter aucune craquelure visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire et le matériau ne doit pas être devenu collant ou gras, cette dernière condition étant estimée comme suit.

L'index ayant été enveloppé d'un morceau de tissu rugueux et sec, une force de 5 N est exercée sur l'échantillon. Il ne doit subsister aucune trace du chiffon sur l'échantillon et le matériau de l'échantillon ne doit pas coller au chiffon.

Après l'essai, les échantillons ne doivent pas présenter de détérioration conduisant à la non-conformité à la présente Norme.

La force de 5 N peut être obtenue de la manière suivante:

Les échantillons sont placés sur l'un des plateaux d'une balance et l'autre plateau est chargé d'une masse égale à la masse de l'échantillon plus 500 g.

L'équilibre est ensuite rétabli en exerçant une pression sur l'échantillon avec l'index enveloppé d'un morceau de tissu rugueux et sec.

b) Vieillesse des composants électroniques

L'IC-CPD est placé à une température ambiante de $(45 \pm 2) ^\circ\text{C}$ et chargé avec le courant assigné pendant une période de 168 h. La tension sur les parties électroniques doit être égale à 1,1 fois la tension correspondant à la tension assignée de l'IC-CPD ou, s'il y a plusieurs tensions assignées, à la tension correspondant à la tension assignée la plus élevée. Après cet essai, on laisse refroidir dans l'enceinte thermique l'IC-CPD sans courant, approximativement jusqu'à la température ambiante.

En cas d'application de la note de bas de page h) du Tableau 5, l'essai doit être réalisé à la température maximale de la fiche.

Dans les conditions d'essai données en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,25 I_{\Delta n}$ et ne doit pas déclencher avec un courant $I_{\Delta no}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

NOTE Un exemple de circuit d'essai pour la présente vérification est donné à la Figure 22.

9.19 Résistance aux courants de cheminement

Les matériaux céramiques et les matériaux ayant un indice de résistance au cheminement (IRC) supérieur à 400 ne sont pas soumis à essai.

Pour les autres matériaux, la conformité est vérifiée par l'essai de l'IEC 60112 avec les paramètres suivants:

- *une surface plane de la partie à soumettre à essai, si possible d'au moins 15 mm × 15 mm, est disposée horizontalement;*
- *le matériau soumis à essai doit présenter un indice de tenue au cheminement de 175 V en utilisant la solution d'essai A avec un intervalle de 30 s ± 5 s entre les gouttes;*
- *il ne doit se produire ni brûlure, ni contournement, ni claquage entre les électrodes avant qu'il ne soit tombé au total 50 gouttes.*

NOTE 1 Des précautions sont prises avant chaque essai pour vérifier que les électrodes sont propres, de forme correcte et correctement placées.

NOTE 2 En cas de doute, l'essai est répété, si nécessaire, sur un nouveau jeu d'échantillons.

9.20 Essai sur les broches pourvues de gaines isolantes

La conformité des broches des IC-CPD est vérifiée conformément à l'Article 30 de l'IEC 60884-1:2002, l'IEC 60884-1:2002/AMD1:2006 et l'IEC 60884-1:2002/AMD2:2013.

9.21 Essai de résistance mécanique des broches non massives des fiches

La conformité est vérifiée selon l'IEC 60884-1:2002, 14.2.

9.22 Vérification des effets d'une contrainte sur les conducteurs

Le câble souple est connecté à l'IC-CPD de telle façon que les conducteurs transportant le courant aillent du passe-fils aux bornes correspondantes par le plus court chemin.

Après connexion, l'âme du conducteur de terre est amenée jusqu'à sa borne et sectionnée à 8 mm de plus que la longueur nécessaire pour sa connexion correcte.

Le conducteur de terre est alors connecté également à sa borne. Il doit alors être possible d'enfermer la boucle, qui est formée par le conducteur de terre à cause de sa longueur supplémentaire, librement dans le logement pour les fils sans comprimer ou presser l'âme quand la coquille ou le capot de l'IC-CPD est remonté et fixé correctement.

9.23 Vérification du couple exercé par les IC-CPD sur les socles fixes

NOTE Dans les pays suivants, le présent essai n'est pas exigé: JP.

L'IC-CPD est câblé comme il a été fabriqué ou prévu pour un usage normal, et muni d'une fiche correspondante.

Le matériel est introduit dans un socle fixe conforme à la norme pertinente à une hauteur de 1,5 m, le socle étant tourné approximativement à l'horizontale au niveau de l'axe des contacts sous tension de la fiche, à une distance de 8 mm en arrière de la face d'engagement du socle et parallèlement à cette face d'engagement.

Le couple exercé par la fiche et le câble sur un socle installé de sorte que la face d'engagement soit verticale ne doit pas dépasser 0,25 Nm si cette valeur est pertinente pour le système de fiche et de socle.

Pendant l'essai, il convient de prendre soin de laisser pendre librement le câble souple de l'IC-CPD.

9.24 Essais des arrêts de câble

La réalité du maintien est vérifiée par l'essai suivant, au moyen d'un appareil comme celui représenté à la Figure 17.

Le boîtier de fonctions des IC-CPD conformes à la classification donnée en 4.3.2 et 4.3.3 est soumis à essai dans son état de livraison.

L'échantillon est mis dans l'appareil d'essai de façon que l'axe du câble soit vertical quand il entre dans l'échantillon.

Un effort de traction est appliqué 100 fois sur le câble ou le cordon, conforme aux valeurs suivantes:

- 60 N pour $6\text{ A} < I_n \leq 16\text{ A}$ et $U_e \leq 250\text{ V}$;
- 80 N pour $6\text{ A} < I_n \leq 16\text{ A}$ et $U_e > 250\text{ V}$;
- 100 N pour $I_n > 16\text{ A}$.

Les efforts de traction sont appliqués sans secousse, chaque fois pendant 1 s.

Il convient de prendre soin d'exercer simultanément la même traction sur toutes les parties (conducteur, isolant et gaine) du câble souple.

Aussitôt après, le câble est soumis pendant 1 min à un couple de 0,25 Nm.

Après les essais, le câble ne doit pas s'être déplacé de plus de 2 mm, le câble étant soumis à la traction de l'essai. Pour les appareils démontables par le fabricant, les extrémités des conducteurs ne doivent pas s'être déplacées sensiblement dans les bornes. Pour les appareils non démontables, les connexions électriques ne doivent pas être interrompues.

Pour mesurer le déplacement longitudinal, un marquage est effectué avant les essais sur le câble tendu, à une distance de 2 cm environ de l'extrémité de l'échantillon ou du dispositif d'arrêt. Si, pour les appareils non démontables, il n'y a pas d'extrémité définie à la partie de l'IC-CPD raccordée au câble, un marquage additionnel est effectué sur le corps de cette partie.

9.25 Essai de flexion des IC-CPD non démontables

Un essai de flexion est effectué au moyen d'un appareil comme celui représenté à la Figure 18.

L'échantillon est fixé au levier oscillant de l'appareil de façon que, lorsque celui-ci se trouve à mi-course, l'axe du câble souple, à l'entrée dans l'échantillon, soit vertical et passe par l'axe d'oscillation.

Les échantillons munis de câbles méplats sont montés de façon que le plus grand axe de la section soit parallèle à l'axe d'oscillation.

L'échantillon doit être fixé dans l'appareil d'essai d'une manière appropriée.

L'IC-CPD est, par variation de la distance entre le dispositif de fixation du levier oscillant et l'axe d'oscillation, positionné de telle sorte que le câble fasse un mouvement latéral minimal lorsque le levier oscillant de l'appareil d'essai est déplacé sur sa course totale.

Afin d'avoir la possibilité de trouver facilement, par expérience, la position de montage avec le minimum de mouvement latéral du câble pendant l'essai, il convient que le dispositif de flexion soit construit de façon que les différents supports pour les appareils montés sur le levier oscillant puissent être facilement réglés.

Il est recommandé d'avoir un dispositif sur l'appareil d'essai (par exemple une fente ou un ergot) permettant de voir si le câble effectue un mouvement latéral minimal.

Le câble est chargé d'une masse telle que la force appliquée soit de:

- 20 N pour les IC-CPD munis de câbles de section nominale ne dépassant pas 2,5 mm²;
- 25 N pour les IC-CPD munis de câbles de section nominale dépassant 2,5 mm², sans dépasser 6 mm².

Les conducteurs sont traversés soit par un courant égal au courant assigné de l'IC-CPD, soit par le courant ci-après, selon la valeur qui se révèle être la plus faible:

- 16 A pour les IC-CPD munis de câbles ou cordons de section nominale dépassant 1,5 mm²;
- 10 A pour les IC-CPD munis de cordons d'une section nominale d'1,5 mm².

La tension entre conducteurs doit être égale à la tension assignée de l'IC-CPD ou, s'il y a plus d'une tension assignée, la tension assignée la plus élevée.

Le levier oscillant est incliné de 90° (45° de part et d'autre de la verticale), le nombre de flexions étant de 10 000 à la cadence de 60 par minute.

NOTE 1 Une flexion est un mouvement soit dans un sens, soit dans l'autre.

Les échantillons munis de câbles à section circulaire sont tournés de 90° sur le levier oscillant après 5 000 flexions. Les échantillons munis de câbles méplats subissent seulement les flexions dans une direction perpendiculaire au plan contenant les axes des conducteurs.

Au cours de l'essai de flexion, il ne doit pas se produire:

- d'interruption de courant;
- de court-circuit entre les conducteurs.

NOTE 2 Une situation de court-circuit entre les conducteurs du câble souple ou du cordon est considérée si le courant atteint une valeur égale à deux fois le courant d'essai de l'IC-CPD.

La chute de tension entre chaque contact et le conducteur correspondant, sous le courant d'essai correspondant, ne doit pas dépasser 10 mV.

Après l'essai, les dispositifs de protection éventuels ne doivent pas être séparés du corps de l'IC-CPD et l'isolant du câble souple ou du cordon ne doit laisser apparaître aucune trace d'abrasion ou d'usure. Les brins rompus du conducteur ne doivent pas avoir percé l'isolant au point d'être accessibles.

NOTE 3 La révision du présent essai est à l'étude.

9.26 Vérification de la compatibilité électromagnétique (CEM)

Les essais CEM doivent être réalisés selon l'IEC 61543 de la manière suivante.

- Les essais énumérés dans le Tableau 20 sont déjà couverts et peuvent ne pas être répétés:

Tableau 20 – Essais déjà couverts par la présente Norme pour la CEM

Référence aux Tableaux 4 et 5 de l'IEC 61543:1995, l'IEC 61543:1995/AMD1:2004 et l'IEC 61543:1995/AMD2:2005	Phénomène électromagnétique	Paragraphe de la présente Norme correspondant aux essais
T 1.3	Variation d'amplitude de la tension	9.7 et 9.14
T 1.4	Déséquilibre de tension	9.7 et 9.14
T 1.5	Variations de la fréquence industrielle	9.2
T 1.8	Champs magnétiques	9.9 et 9.15
T 2.4	Transitoires oscillatoires de courant	9.16

Les essais restants des Tableaux 4, 5 et 6 de l'IEC 61543:1995, l'IEC 61543:1995/AMD1:2004 et l'IEC 61543:1995/AMD2:2005 doivent être réalisés conformément aux séquences d'essai H, I et J dont la liste figure à l'Annexe A de la présente Norme.

Pour les appareils qui comportent un oscillateur à fonctionnement permanent, l'essai de la série CISPR 14 doit être effectué sur les échantillons avant les essais de l'IEC 61543.

NOTE Les travaux en cours du TC 69 seront pris en compte pour un futur amendement.

9.27 Essais remplaçant les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement

9.27.1 Généralités

Les essais suivants remplacent les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement pour les circuits électroniques connectés avec les conducteurs sous tension (phase et neutre) et/ou entre les conducteurs sous tension et le circuit de terre lorsque les contacts sont fermés.

Les IC-CPD ne doivent pas créer de danger d'incendie et/ou de choc électrique dans les conditions anormales susceptibles de se produire en service.

Les conditions dans lesquelles un composant est utilisé dans un IC-CPD doivent être compatibles avec les caractéristiques d'exploitation marquées sur le composant et/ou données dans les informations fournies par le fabricant.

9.27.2 Conditions anormales

Lorsque les IC-CPD sont exposés à des conditions anormales, aucune de leurs parties ne doit atteindre de température susceptible de provoquer un danger d'incendie pour l'environnement des IC-CPD et aucune partie sous tension ne doit devenir accessible.

La conformité est vérifiée en soumettant les IC-CPD à un essai d'échauffement dans les conditions de défaut décrites en 9.27.3 et à la vérification de la protection contre les chocs électriques décrite en 9.4.

9.27.3 Echauffement résultant de conditions de défaut

Sauf indication contraire, les essais sont réalisés sur des IC-CPD montés, connectés et chargés comme spécifié en 9.6.

L'examen de l'IC-CPD et du schéma de son circuit indique les conditions de défaut qui doivent être appliquées.

Généralement, un échantillon séparé est présenté pour chaque condition de défaut à soumettre à essai.

Chacune des conditions de défaut a) à e) suivantes doit être appliquée tour à tour. Un essai seulement est effectué pour chacune des conditions de défaut suivantes.

- a) Court-circuit à travers les lignes de fuite et les distances d'isolement inférieures à celles données par la courbe A de la Figure 25 à l'exception de ce qui suit:

Dans les exigences pour les lignes de fuite et les distances d'isolement entre les conducteurs (dont l'un peut être connecté à un pôle du réseau d'alimentation) situés sur une carte imprimée satisfaisant aux exigences de force d'arrachement et d'adhérence spécifiées dans la série IEC 61249-2, les valeurs données à la Figure 25 sont remplacées par celles calculées à partir de la formule suivante:

$$\log d = 0,78 \log \frac{V}{300} \text{ (avec un minimum de 0,2 mm)}$$

où

d est la distance en mm;

V est la valeur de crête de la tension en V.

NOTE 1 Ces distances peuvent être déterminées en se référant à la Figure 26.

NOTE 2 Les valeurs réduites ci-dessus s'appliquent aux conducteurs eux-mêmes, mais pas aux composants montés ni aux connexions soudées correspondantes. Lors du calcul des distances, il n'est pas tenu compte d'un revêtement de vernis ou d'un revêtement similaire sur la carte imprimée.

Les lignes de fuite et les distances d'isolement satisfaisant aux exigences du Tableau 7 et les cartes imprimées munies d'un revêtement du type 2 conformes à l'IEC 60664-3 ne sont pas soumises au présent essai.

b) Court-circuit à travers l'isolation constituée de couches de vernis ou d'email

c) Court-circuit ou interruption des appareils à semi-conducteur

Pour les circuits intégrés et autres appareils à semi-conducteur avec plus de deux bornes, le nombre d'essais à prévoir rend impossible l'interruption et/ou la mise en court-circuit de toutes les combinaisons possibles de bornes. Dans ce cas, il est admissible d'analyser d'abord en détail, par une étude théorique, tous les défauts mécaniques, thermiques et électriques qui peuvent se produire dans l'IC-CPD à cause du fonctionnement défectueux de l'appareil électronique ou d'autres composants du circuit. Seules les combinaisons correspondant à des défauts qui, sur la base de cette analyse, ont été jugées susceptibles de donner lieu à la non-conformité de l'IC-CPD aux exigences des deux derniers alinéas de 9.27.3 seront vérifiées avec cette méthode.

d) Court-circuit des condensateurs électrolytiques

e) Court-circuit ou déconnexion des résistances, bobines d'inductance ou condensateurs

NOTE 4 La condition e) peut ne pas être appliquée si ces composants satisfont aux exigences données en 9.28.

Les températures résultant de ces conditions de défaut sont mesurées, pour les parties mentionnées au Tableau 21, après que l'état d'équilibre ait été atteint, ou après 4 h (selon le délai qui se révèle être le plus court) dans chacune des conditions de défaut a) à e).

Ces températures ne doivent pas dépasser les valeurs données au Tableau 21, dans les essais b) et c). Elles peuvent les dépasser dans l'essai a).

Après les essais a) à e), l'IC-CPD peut ne plus être capable de satisfaire à toutes ses exigences de performance, mais il doit satisfaire aux exigences de protection contre les chocs électriques données en 9.4.

9.28 Vérifications pour les composants électroniques unitaires utilisés dans les IC-CPD

9.28.1 Généralités

Les vérifications suivantes doivent être effectuées pour les condensateurs et les résistances et bobines d'inductance spécifiques utilisés dans les circuits électroniques connectés avec les conducteurs sous tension (phase et neutre) et/ou entre les conducteurs sous tension et le circuit de terre lorsque les contacts sont fermés.

9.28.2 Condensateurs

Les condensateurs doivent satisfaire aux exigences de la série IEC 60384-14.

Les types pertinents sont:

- X_1 ou X_2 lorsqu'ils sont en relation avec les interférences;
- Y_1 ou Y_2 lorsqu'ils sont en relation avec un danger de choc électrique.

Ces condensateurs doivent être marqués de leur tension assignée en V, leur capacité assignée en μF et leur température de référence en $^{\circ}\text{C}$, à défaut le fabricant peut fournir des fiches techniques.

9.28.3 Résistances et bobines d'inductance

Les résistances et bobines d'inductance, dont la mise en court-circuit ou la déconnexion est susceptible d'entraîner des résultats insatisfaisants pour les essais donnés en 9.27, doivent satisfaire aux exigences de sécurité applicables de l'IEC 60065. Il n'est pas exigé que les

essais déjà réalisés sur les résistances et bobines d'inductance conformément à l'IEC 60065 soient répétés.

Tableau 21 – Températures maximales admissibles dans des conditions anormales

Parties de l'IC-CPD	Température maximale admissible dans des conditions anormales spécifiques °C
Parties accessibles	
Boutons, poignées, surfaces accessibles, enveloppes si:	
– métalliques	100
– non métalliques ^a	100 b
Surfaces intérieures des enveloppes en matériau isolant	135
Cordons d'alimentation et câblage isolé au ^{c, f} :	
– polychlorure de vinyle ou caoutchouc synthétique	135
– caoutchouc naturel	
Autres isolants ^c :	
– matériaux thermoplastiques ^d	e
– papier non imprégné	105
– carton non imprégné	115
– coton, soie, papier et textile imprégnés	125
– stratifiés cellulosiques ou textiles, imprégnés de:	
• phénol formaldéhyde, mélamine formaldéhyde, phénol-furfural ou polyester	145 185
• époxyde	
– moulage de:	
• phénolformaldéhyde, ou phénol-furfural, mélamine et composés mélamine phénoliques avec:	165
– charges de cellulose	185
– charges minérales	185
• polyester thermodurcissable à charges minérales	185
• alkyde à charges minérales	185
– matériaux composites de	185
• polyester renforcé de fibre de verre	185
• époxyde renforcé de fibre de verre	225
– caoutchouc au silicone	e
Parties en matériaux thermoplastiques ^d jouant le rôle de support ou de barrière mécanique	110
Fils d'enroulements isolés avec ^{c, f} :	
• soie, coton, etc., non imprégnés	135
• soie, coton, etc., imprégnés	170
• matériaux oléorésineux	185
• polyvinylformaldéhyde ou résines polyuréthanes	190
• résines polyester	215
• résines polyesterimides	Comme pour les enroulements correspondants
Carcasses feuilletées	
Bornes et parties qui peuvent entrer en contact avec l'isolation des câbles après installation	135

- a Si cette limite de température est supérieure à celle admise pour la classe d'isolation correspondante, la nature de l'isolant est le facteur déterminant.
- b Les températures admissibles pour la partie intérieure des enveloppes en matériau isolant sont celles indiquées pour les matériaux isolants correspondants.
- c Dans la présente Norme, les températures admissibles sont basées sur l'expérience en service concernant la stabilité thermique des matériaux. Les matériaux indiqués sont des exemples. Pour les matériaux pour lesquels des limites de température plus élevées sont annoncées et pour les matériaux autres que ceux énumérés, il convient que les températures maximales ne dépassent pas celles qui ont été reconnues satisfaisantes.
- d Les caoutchoucs naturels et synthétiques ne sont pas considérés comme des matériaux thermoplastiques.
- e La grande variété des matériaux thermoplastiques ne permet pas de prédéterminer les limites de température.
La question est à l'étude.
- f La possibilité d'augmenter les valeurs pour les fils et câbles isolés au polychlorure de vinyle résistant à la chaleur est à l'étude.

9.29 Contraintes chimiques

Les essais de charges chimiques sont réalisés conformément aux exigences du Tableau 1 de l'ISO 16750-5:2010 pour le «compartiment à bagages» et pour le «montage à l'extérieur» (colonnes C et D).

9.30 Essai thermique sous rayonnement solaire

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-5, essai Sa, procédure B.

Les conditions sont à l'étude.

9.31 Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)

Le présent essai s'applique uniquement aux enveloppes et aux parties extérieures de l'IC-CPD conçues en matériaux synthétiques ou en métaux entièrement revêtus de matériau synthétique. Des échantillons représentatifs de telles parties doivent être soumis à l'essai suivant:

L'essai ultraviolet se fait selon ISO 4892-2, méthode A, cycle 1, prévoyant une durée totale de l'essai de 500 h. Pour les enveloppes réalisées en matériau synthétique, la conformité est vérifiée en contrôlant que la résistance à la flexion (selon ISO 178) et la résistance au choc Charpy (selon ISO 179-1) des matériaux synthétiques ont une rétention minimale de 70 %.

L'essai doit être réalisé sur six échantillons d'essai de dimensions normalisées conformément à l'ISO 178 et sur six échantillons d'essai de dimensions normalisées conformément à la série ISO 179. Les échantillons d'essai doivent être réalisés dans les mêmes conditions que ceux qui servent à la fabrication de l'enveloppe concernée.

Pour l'essai réalisé conformément à l'ISO 178, la surface de l'échantillon exposé aux ultraviolets doit être orientée face vers le bas et la pression doit être appliquée sur la surface non exposée.

Pour l'essai réalisé conformément à l'ISO 179-1 sur les matériaux dont la résistance à la flexion sous impact ne peut pas être déterminée avant l'exposition du fait qu'aucune rupture ne s'est produite, un maximum de trois échantillons parmi les échantillons exposés doit pouvoir se rompre.

Pour la conformité des enveloppes construites à partir de métaux entièrement revêtus de matériau synthétique, l'adhérence du matériau synthétique doit avoir une rétention minimum de catégorie 3 selon l'ISO 2409.

Les échantillons ne doivent présenter aucune craquelure ni aucune détérioration visible à la vision normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire.

Le présent essai peut ne pas être réalisé si le fabricant d'origine peut fournir des données provenant du fournisseur du matériau synthétique, permettant de démontrer qu'un matériau de même type et de même épaisseur ou plus mince satisfait à la présente exigence.

9.32 Essai de vapeur et de brouillard salin pour les environnements marins et côtiers

9.32.1 Essai pour parties métalliques internes

Le présent essai s'applique aux parties métalliques internes de l'IC-CPD, à l'exception des broches de la fiche.

L'essai se compose de:

- 6 cycles de 24 h chacun pour l'essai cyclique de chaleur humide conformément à l'IEC 60068-2-30 (Essai Db) à $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ et pour une humidité relative de 95 %;
- 2 cycles de 24 h chacun pour l'essai de brouillard salin conformément à l'IEC 60068-2-11 (Essai Ka: brouillard salin) à une température de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

9.32.2 Essai uniquement pour parties métalliques externes

Cet essai s'applique aux parties métalliques externes de l'IC-CPD.

L'essai comprend deux périodes identiques de 12 jours.

Chaque période de 12 jours comprend:

- 5 cycles de 24 h chacun pour l'essai cyclique de chaleur humide conformément à l'IEC 60068-2-30 (Essai Db) à $(40 \pm 3) ^\circ\text{C}$ et pour une humidité relative de 95 %;
- 7 cycles de 24 h chacun pour l'essai de brouillard salin conformément à l'IEC 60068-2-11 (Essai Ka: brouillard salin) à une température de $(35 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

9.32.3 Critères d'essai

Après l'essai, l'enveloppe ou les échantillons doivent être lavés à l'eau courante pendant 5 min, rincés à l'eau distillée ou déminéralisée, puis secoués ou soufflés à l'air comprimé pour éliminer les gouttelettes d'eau. L'échantillon soumis à essai doit ensuite être stocké dans les conditions de service normales pendant 2 h.

La conformité est vérifiée par examen visuel pour déterminer:

- *l'absence apparente d'oxyde de fer, de craquelures ou autres détériorations au-delà de ce qui est admis par l'ISO 4628-3 pour un degré d'enrouillement Ri1. Il est toutefois admis une détérioration de surface de la couche protectrice. En cas de doute au sujet des peintures et des vernis, on doit se reporter à l'ISO 4628-3 pour vérifier la conformité des échantillons avec l'échantillon Ri1;*
- *que l'intégrité mécanique n'est pas mise en cause;*
- *que les joints ne sont pas endommagés.*

9.33 Essai de vapeur chaude pour les environnements tropicaux

A l'étude.

9.34 Essai d'écrasement par les véhicules

9.34.1 Généralités

Le présent essai ne s'applique pas aux fiches à usage domestique conformes aux Normes nationales en vigueur ou à l'IEC 60884-1. Il ne s'applique pas non plus aux fiches industrielles conformes à l'IEC 60309-1

Les boîtiers de fonctions prévus pour, ou raccordés à un câble de longueur supérieure à 0,3 m entre la fiche et le boîtier de fonctions doivent avoir la résistance appropriée pour supporter l'écrasement par un véhicule.

La conformité est vérifiée par l'essai donné en 9.34.2 et 9.34.3.

9.34.2 Essai avec une force d'écrasement de 5 000 N

Le boîtier de fonctions câblé avec la section minimale de câble d'un type recommandé par le fabricant doit être placé sur un sol en béton en position normale de repos. Une force d'écrasement de $(5\,000 \pm 250)$ N doit être appliquée par un pneu automobile conventionnel, de type P225/75R15 ou un pneu équivalent convenant à la charge, monté sur une jante en acier et gonflé à une pression de $(2,2 \pm 0,1)$ bar. La roue doit alors rouler sur le boîtier de fonctions à une vitesse de (8 ± 2) km/h. Le boîtier de fonctions doit être orienté de manière à se trouver dans une position normale de repos avant application de la force selon une orientation différente pour chaque échantillon. Le boîtier de fonction soumis à essai doit être maintenu ou bloqué dans une position fixe de telle sorte qu'il ne bouge pratiquement pas durant l'application de la force concernée. Dans le cas de boîtiers de fonctions intégrés à la fiche, en aucun cas la force ne doit être appliquée sur les broches faisant saillie.

9.34.3 Essai avec une force d'écrasement de 11 000 N

La procédure décrite en 9.34.2 doit être répétée sur des échantillons supplémentaires, avec une force d'écrasement appliquée égale à $(11\,000 \pm 550)$ N en utilisant un pneu automobile conventionnel, convenant à la charge et gonflé à sa pression assignée.

9.34.4 Performances après les essais

Après l'essai donné en 9.34.2, les conditions suivantes doivent être appliquées:

Il ne doit y avoir aucune craquelure, rupture ou déformation grave au point:

- d'exposer des parties sous tension autres que les bornes de câblage exposées, ou de rendre des câblages internes accessibles au contact par le doigt d'épreuve normalisé indiqué à la Figure 34 (voir 9.4);
- que l'intégrité de l'enveloppe soit neutralisée et ne permette plus d'avoir un degré de protection mécanique ou environnementale acceptable pour les parties internes du boîtier de fonctions, ou que la polarisation du boîtier de fonctions soit neutralisée;
- de perturber l'utilisation, le fonctionnement ou l'installation du boîtier de fonctions;
- que le boîtier de fonctions n'assure plus un passe-fils approprié au câble souple;
- que les lignes de fuite et les distances d'isolement entre parties sous tension de polarités opposées, parties et métaux mis à la terre ou morts accessibles passent en dessous des valeurs données en 8.24;
- qu'il y ait d'autres dommages apparents susceptibles d'augmenter les risques d'incendie ou de choc électrique;
- que le boîtier de fonctions ne soit pas conforme à l'essai de rigidité diélectrique répété, conformément à 9.5.

À la suite de l'essai donné en 9.34.3, les IC-CPD doivent soit satisfaire aux exigences décrites ci-dessus pour 9.34.2, soit être endommagés ou rompus au point que le boîtier de fonctions soit détérioré selon toute évidence.

9.35 Essai de basse température de stockage

L'essai doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-1, essai A, à une température de -40 °C pendant 24 h.

Pendant le stockage, l'IC-CPD n'est pas en fonctionnement.

Après cet essai, on laisse l'IC-CPD se réchauffer dans l'enceinte thermique, approximativement jusqu'à la température ambiante.

Dans les conditions d'essai données en 9.7.3.4, l'IC-CPD doit déclencher avec un courant d'essai de $1,0 I_{\Delta n}$. Un essai seulement est effectué sur un pôle pris au hasard, sans mesure du temps d'exploitation.

9.36 Essai de vibrations et chocs

La conformité doit être vérifiée d'après les vibrations aléatoires de l'IEC 60068-2-64.

L'essai doit être réalisé pendant 8 h sur chacun des plans de l'IC-CPD. La densité spectrale de puissance (DSP) doit être appliquée conformément au Tableau 22.

La valeur efficace de l'accélération doit être égale à 2 G.

Tableau 22 – Valeur de densité spectrale de puissance (DSP) en fonction de la fréquence pour l'essai de vibrations

Fréquence	Densité spectrale de puissance	
	(m/s ²) ² /Hz	G ² /Hz
10	9,909	0,103 2
55	3,224 5	0,033 6
180	0,123 8	0,001 3
300	0,123 8	0,001 3
360	0,069 5	0,000 7
1 000	0,069 5	0,000 7

NOTE 1 La description de l'essai provient de 5.1.1.1 de l'ISO 16750-4:2010 avec un profil modifié.

Après cet essai, l'essai de chocs doit être réalisé conformément à l'IEC 60068-2-27, avec les paramètres suivants:

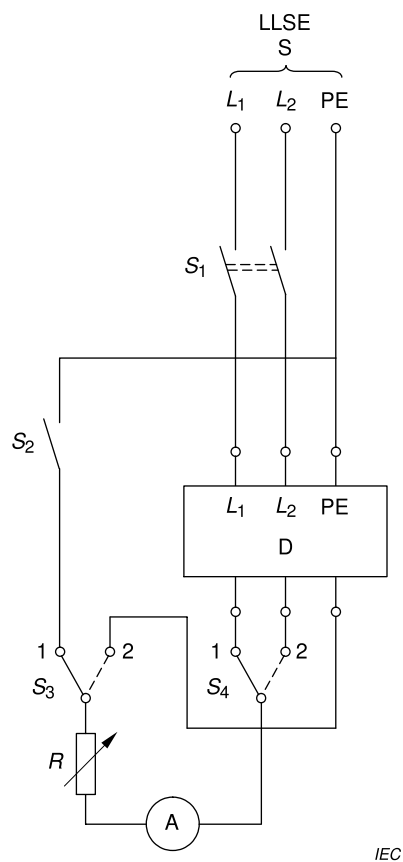
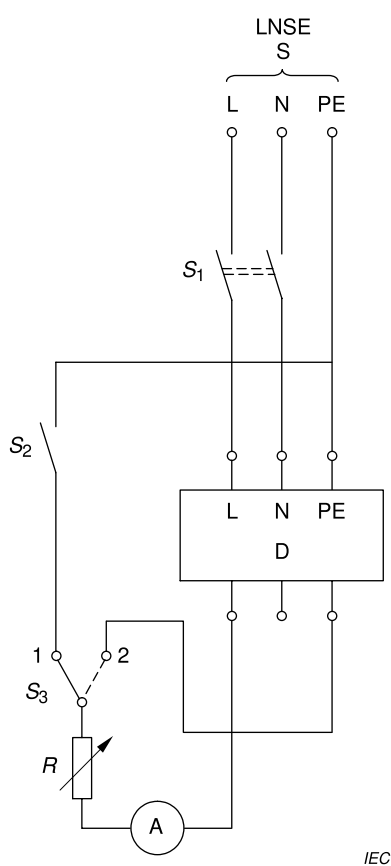
- nombre de chocs: 10;
- forme des impulsions: forme d'onde demi-sinusoïdale;
- accélération: 100 m/s²;
- durée: 16 ms.

NOTE 2 Cela couvre les chocs qui sont absorbés dans un véhicule lors de la circulation sur des pavés.

NOTE 3 La description de l'essai provient de 4.2.3 de l'ISO 16750-3:2012 avec un profil d'essai modifié.

Après l'essai, l'IC-CPD doit fonctionner lorsqu'un courant différentiel de $1,25 I_{\Delta n}$ est appliqué sur un pôle choisi au hasard, le temps d'exploitation n'étant pas mesuré.

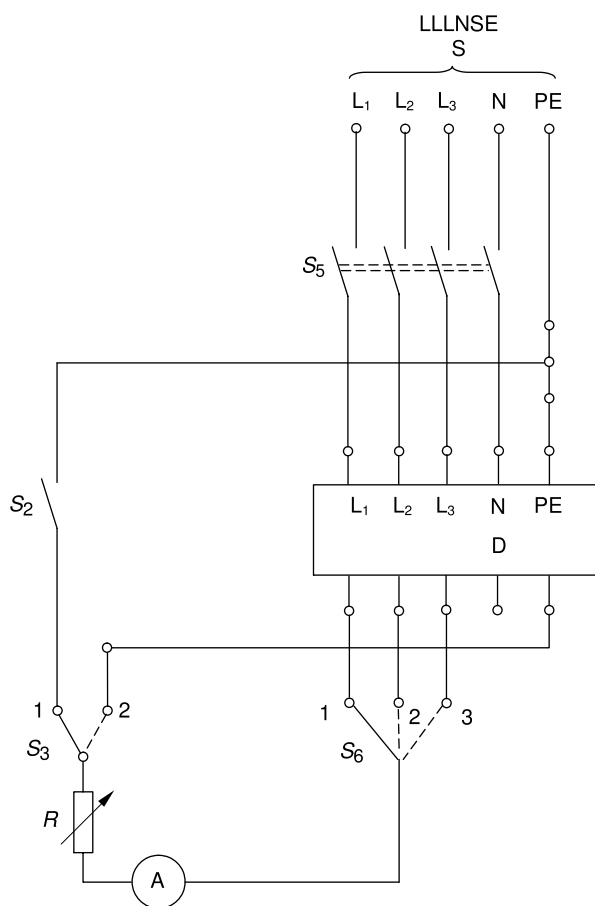
Après cet essai, la protection contre les chocs électriques ne doit pas être affectée et l'échantillon doit satisfaire aux exigences données en 9.4.



NOTE La position des conducteurs L et N provenant de la tension d'alimentation S est choisie au hasard.

Figure 2a) – Type LNSE/LNE

Figure 2b) – Type LLSE/LLE



IEC

Figure 2c) – Type LLLNSE/LLNE

PE	conducteur de protection
L	phase
N	neutre
R	résistance variable
D	appareil soumis à essai
S	alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
A	ampèremètre
S_1	interrupteur bipolaire
S_2	interrupteur unipolaire
$S_{3,4}$	interrupteur va-et-vient
S_5	interrupteur quadripolaire
S_6	interrupteur à trois directions

Figure 2 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique d'exploitation (9.7.3), de la tension réduite d'alimentation (9.14)

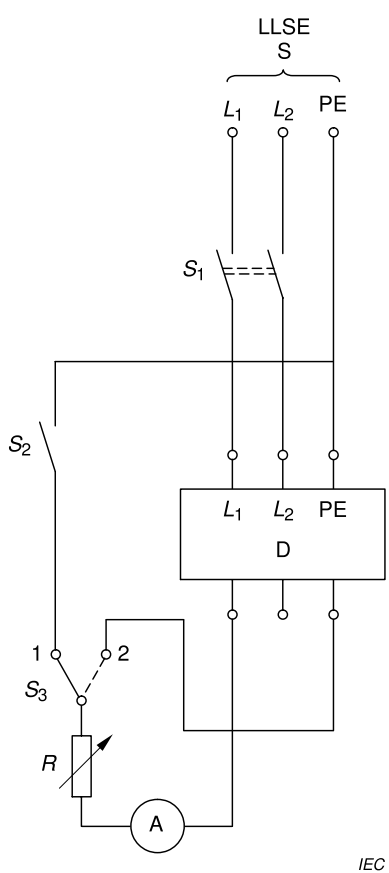


Figure 3a) – Type LLSE/LLE

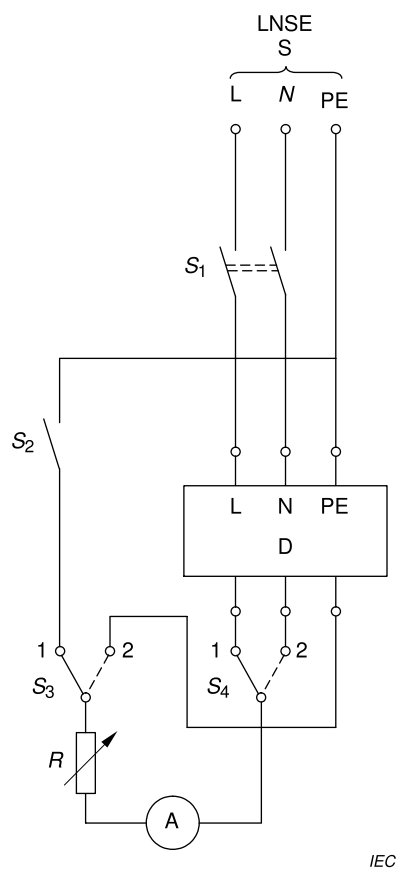
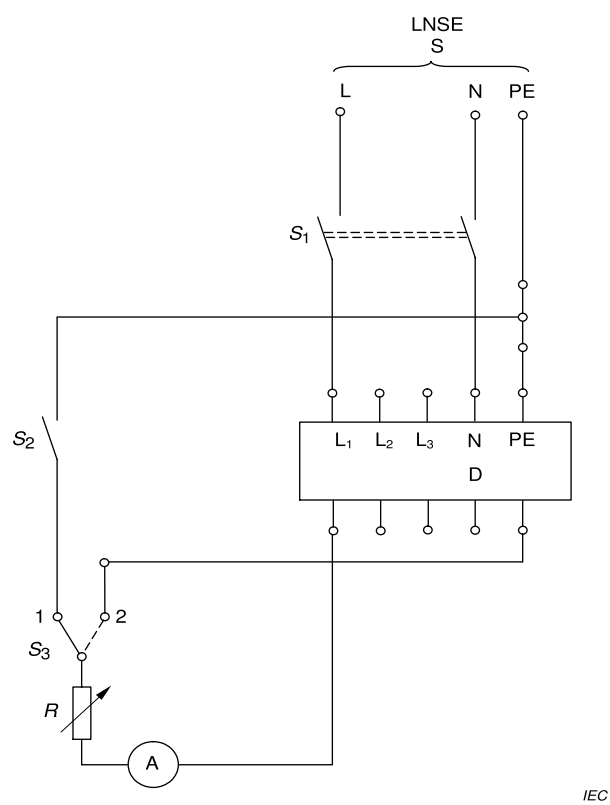


Figure 3b) – Type LNSE/LNE



IEC

Figure 3c) – Type LLLNSE/LLLNE sur alimentation LNSE

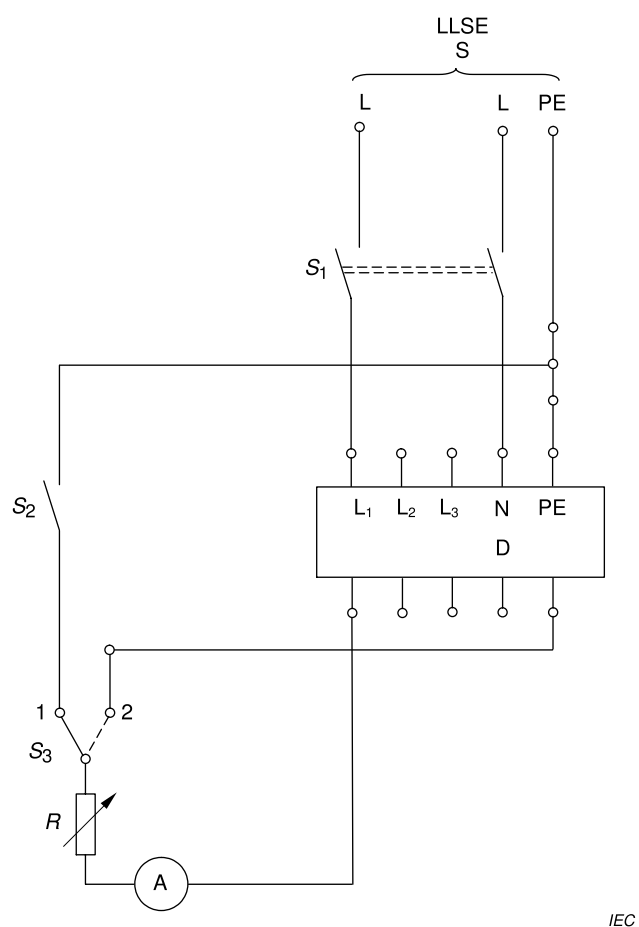


Figure 3d) – Type LLLNSE/LLLNE sur alimentation LLSE

PE	conducteur de protection
L	phase
N	neutre
R	résistance variable
D	appareil soumis à essai
S	alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
A	ampèremètre
S_1	interrupteur bipolaire
S_2	interrupteur unipolaire
S_3, S_4	interrupteur va-et-vient

Figure 3 – Circuit d'essai pour la vérification en cas de branchement sur des systèmes d'alimentation incorrects (9.7.7.4)

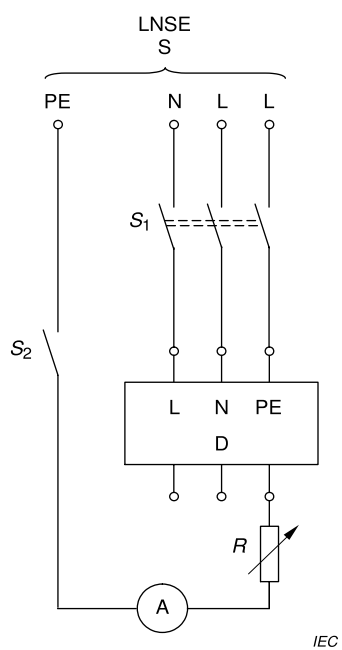


Figure 4a) – Type LNSE

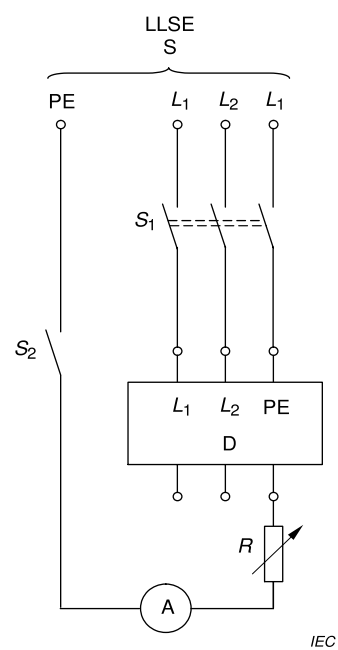


Figure 4b) – Type LLSE

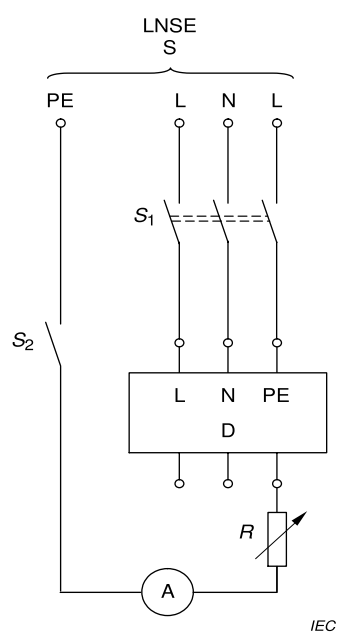


Figure 4c) – Type LNSE

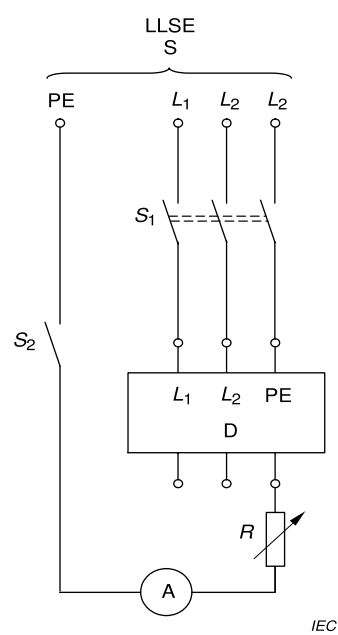


Figure 4d) – Type LLSE

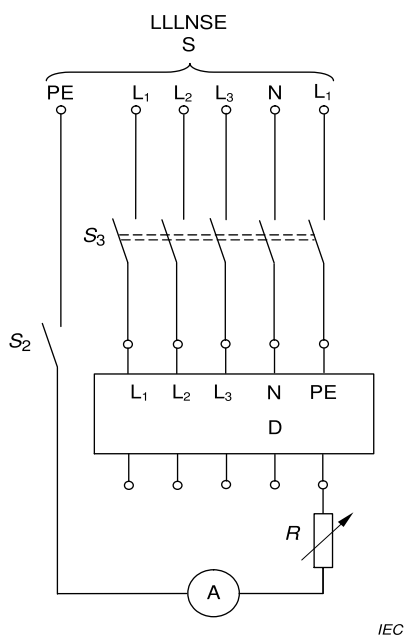


Figure 4e) – Type LLLNSE

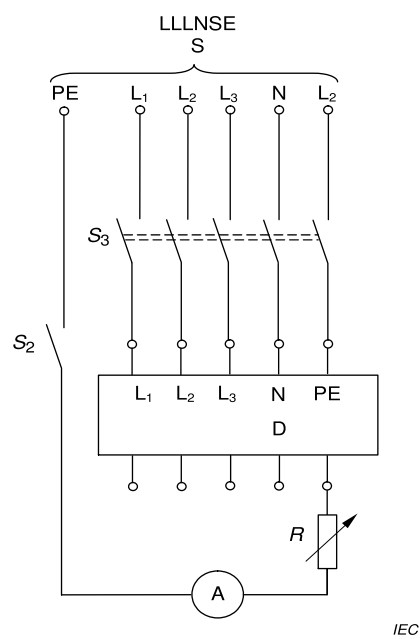


Figure 4f) – Type LLLNSE

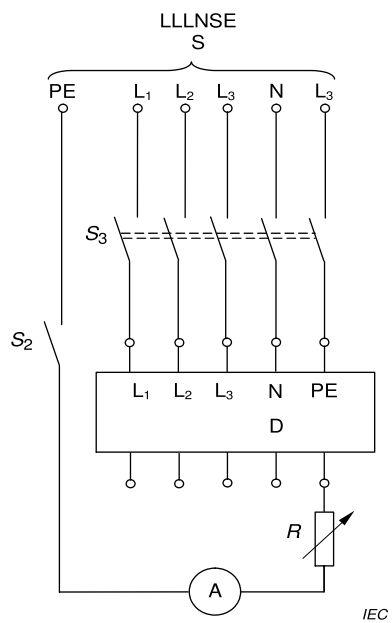


Figure 4g) – Type LLLNSE

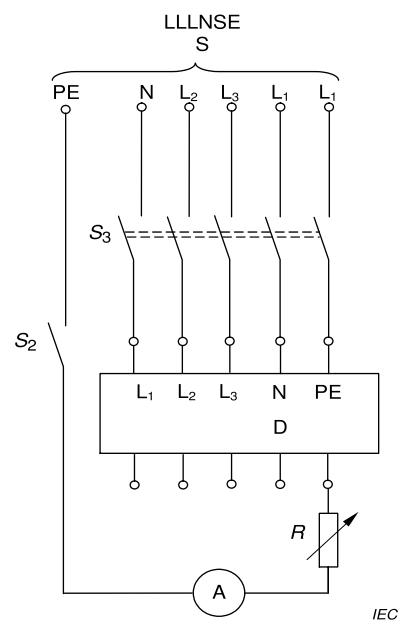


Figure 4h) – Type LLLNSE

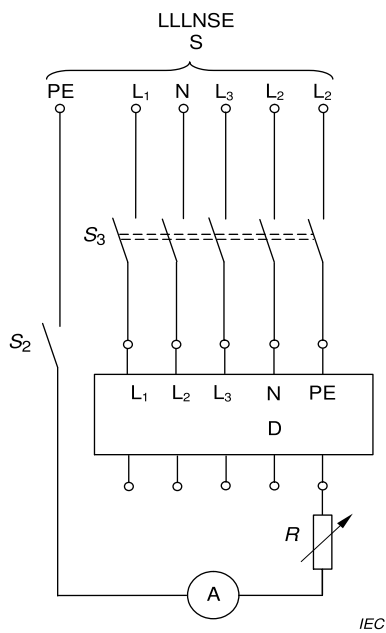


Figure 4i) – Type LLLNSE

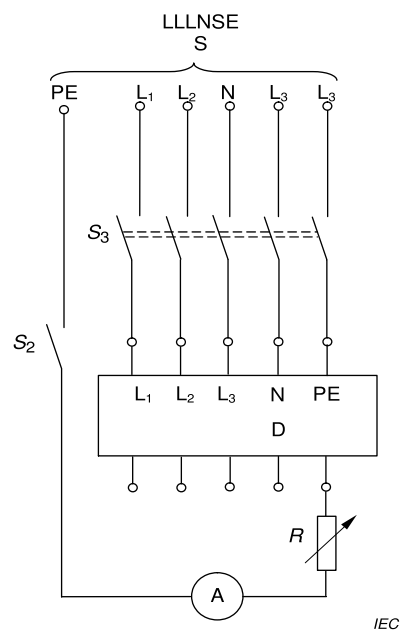


Figure 4j) – Type LLLNSE

- PE conducteur de protection
L phase
N neutre
R résistance variable (à régler pour $I_{\Delta n}$)
D appareil soumis à essai
S alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
A ampèremètre
 S_1 interrupteur tripolaire
 S_2 interrupteur unipolaire instantané
 S_3 interrupteur à cinq pôles

Types LNSE: Pour les Figures 2a) et 2c), voir 9.7.7.2.

Figure 4 – Vérification du fonctionnement correct pour PE sous tension, donc dangereux (voir Tableau 14 et Tableau 15)

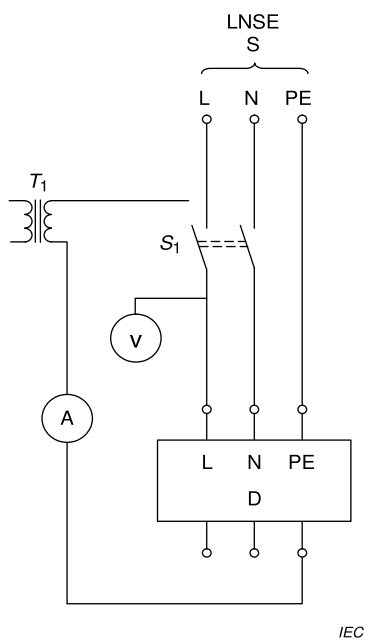


Figure 5a) – Type LNSE/LNE

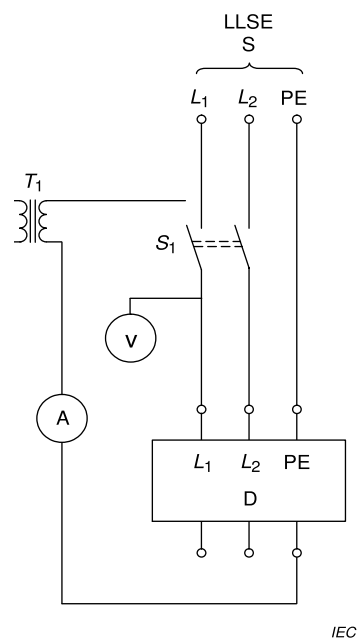


Figure 5b) – Type LLSE/LLE

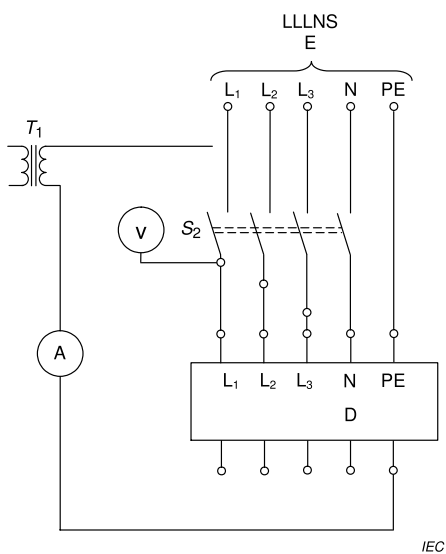


Figure 5c) – Type LLLNSE/LLLNE

- PE conducteur de protection
 L phase
 N neutre
 D appareil soumis à essai
 T_1 transformateur d'injection à courant variable 0 A à 20 A
 A ampèremètre c.a. 0 A à 20 A
 V voltmètre
 S_1 interrupteur bipolaire
 S_2 interrupteur quadripolaire instantané
 S alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
 Voir 9.6.3.

Des échantillons avec le circuit de déclenchement déconnecté peuvent être exigés pour le présent essai.

Figure 5 – Vérification de l'échauffement du conducteur de protection

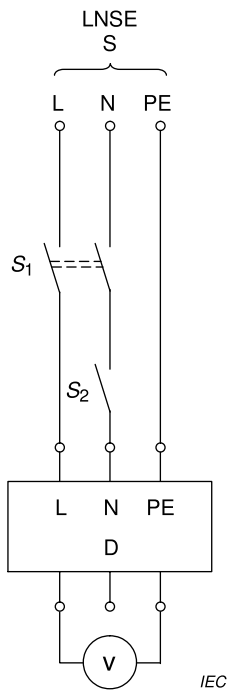


Figure 6a) – Type LNSE/LNE

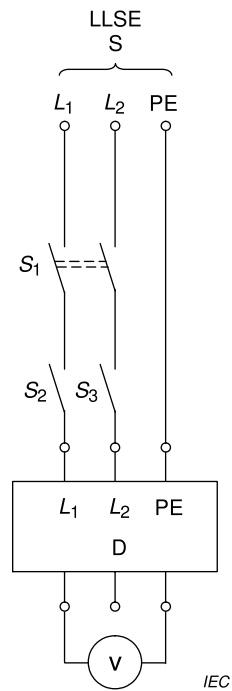
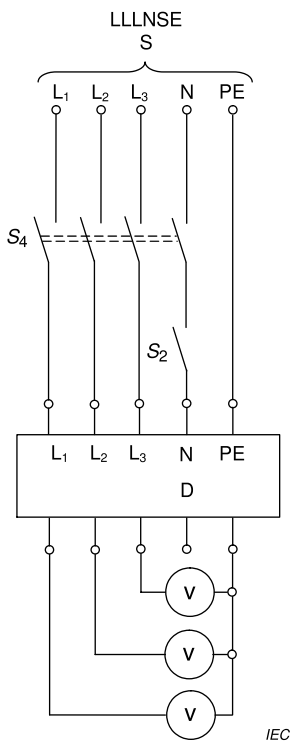


Figure 6b) – Type LLSE/LLE



- PE conducteur de protection
L phase
N neutre
D appareil soumis à essai
S alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
S1 interrupteur bipolaire
S2, 3 interrupteur unipolaire
S4 interrupteur quadripolaire
V voltmètre(s)

Voir 9.7.4.2.

Figure 6c) – Type LLLNSE/LLLNE

Figure 6 – Vérification du neutre ouvert pour les types LNSE et de la phase ouverte pour les types LLSE

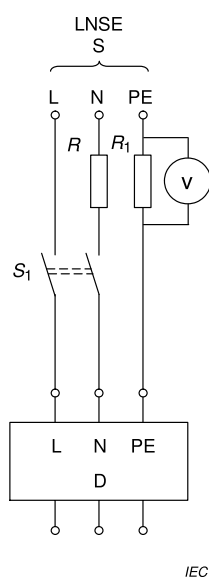


Figure 7a) – Type LNSE/LNE

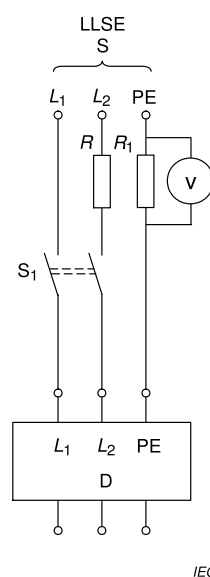


Figure 7b) – Type LLSE/LLE

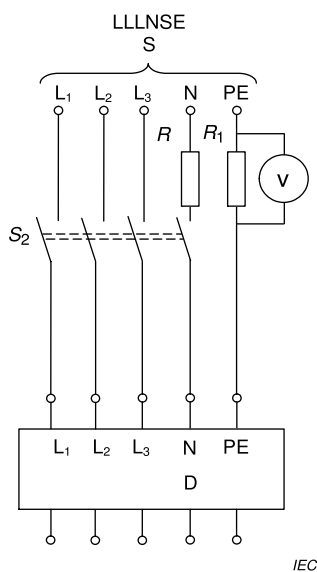


Figure 7c) – Type LLLNSE/LLLNE

- PE conducteur de protection
 L phase
 N neutre
 S_1 interrupteur bipolaire
 S_2 interrupteur quadripolaire
 D appareil soumis à essai
 S alimentation (pour phase et neutre des types LNSE)
 V voltmètre (valeur efficace)
 R, R_1 $1,0 \, \Omega \pm 1 \, \%$
 Voir 9.7.10.

Figure 7 – Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal

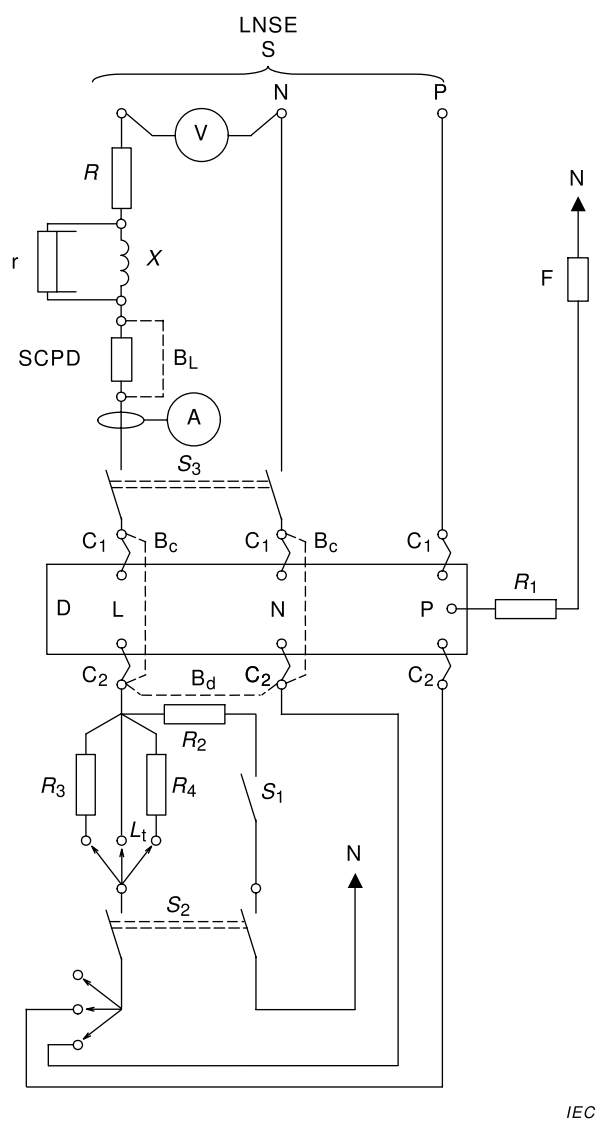


Figure 8a) – Type LNSE/LNE

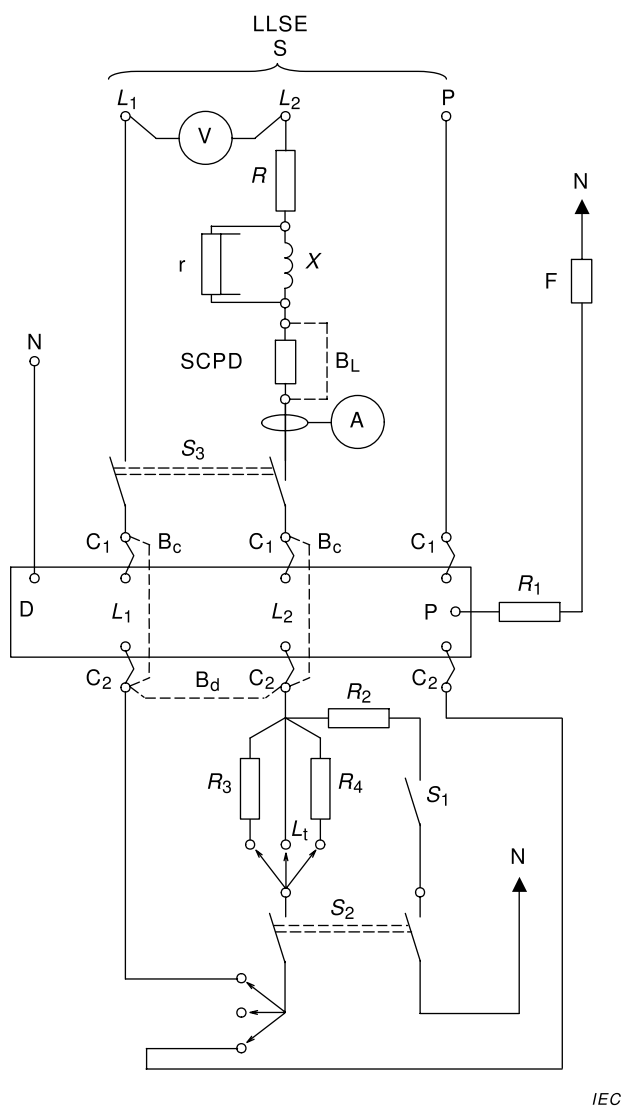
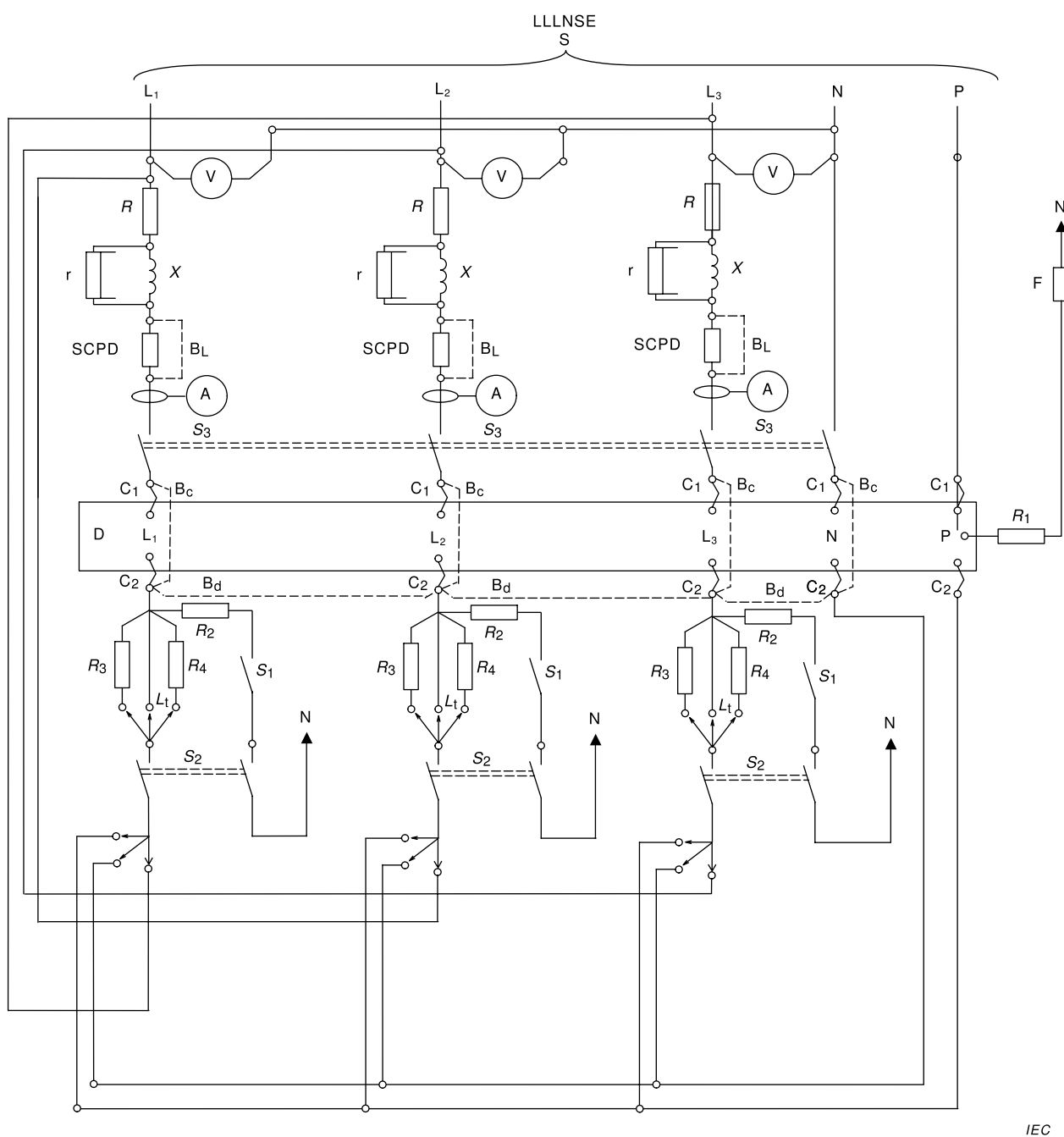


Figure 8b) – Type LLSE/LLE



IEC

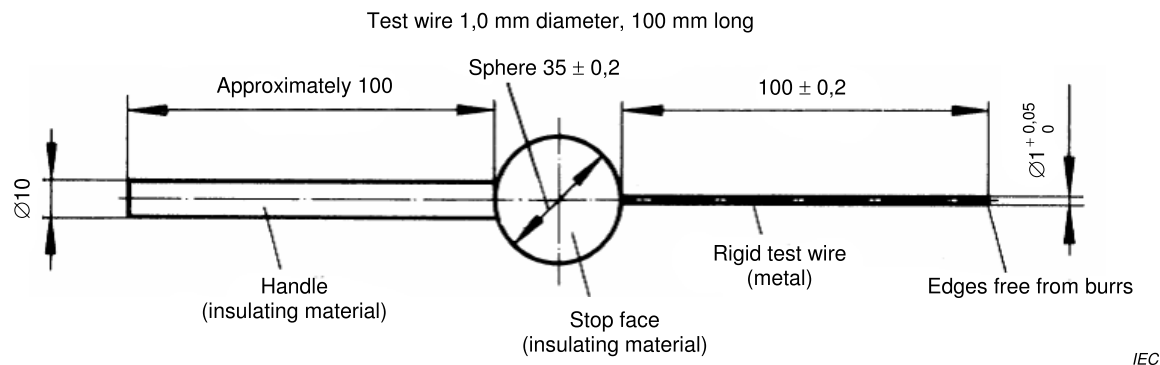
Figure 8c) – Type LLLNSE/LLLNE

PE	conducteur de protection
L	phase
N	neutre
S	alimentation d'essai pour la tension assignée
V	oscilloscope pour enregistrer la tension
R et X	résistance et bobine d'inductance, réglées pour I_{nc}
r	résistance de shuntage
DPCC	fil d'argent, fusible ou disjoncteur
BL	connexion de pontage pour DPCC (fermée pendant l'étalonnage et les essais I_m , $I_{\Delta m}$; ouverte pendant les essais conditionnels I_{nc} , $I_{\Delta c}$, I_m)
A	oscilloscope pour enregistrer le courant
S_3	interrupteur pour effectuer l'essai CO d'une unité avec fermeture automatique
C1 et C2	câble souple du dispositif différentiel mobile (PCDM), longueur totale 0,75 m
D	appareil soumis à essai

- R_1 résistance pour obtenir approximativement 100 A
- F fusible à fil fin
- B_c connexions provisoires de pontage de l'IC-CPD, pour étalonnage
- B_d connexions provisoires de pontage des bornes aval de l'IC-CPD, pour étalonnage de I_{nc}
- R_2 résistance pour obtenir $10 \times I_{\Delta n}$
- S_1 interrupteur pour insérer R_2 pour l'essai I_m
- R_3 résistance réglée à I_m (et $I_{\Delta m}$)
- R_4 résistance pour obtenir 250 A
- S_2 interrupteur de fermeture pour initialiser les essais O, et restant fermé pour les essais CO
- L_1 borne aval

Flèches vers les bornes S2connexions alternatives comme spécifié pour plusieurs essais

Figure 8 – Schéma du circuit d'essai pour la vérification du pouvoir de coupure et de fermeture et la coordination en court-circuit avec un DPCC (voir 9.9.2)



Anglais	Français
Test wire 1,0 mm diameter, 100 mm long	Fil d'essai 1,0 mm de diamètre, 100 mm de long
Sphere 35 ± 0,2	Sphère 35 ± 0,2
Approx. 100	Environ 100
Edges free from burrs	Bords exempts de bavures
Rigid test wire (metal)	Fil d'essai rigide (métal)
Stop face (insulating material)	Plaque d'arrêt (matériau isolant)
Handle (insulating material)	Poignée (matériau isolant)
Ø 10	Ø 10

Force d'essai: 10 N ± 10 %

Dimensions en millimètres

Figure 9 – Fil d'essai normalisé de 1,0 mm

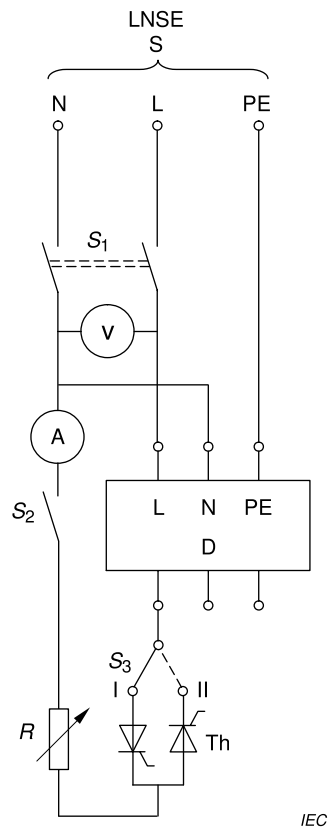


Figure 10a) – Type LNSE/LNE

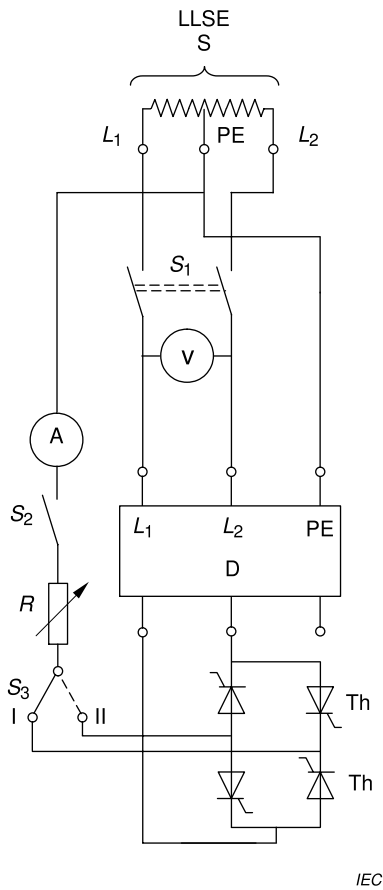
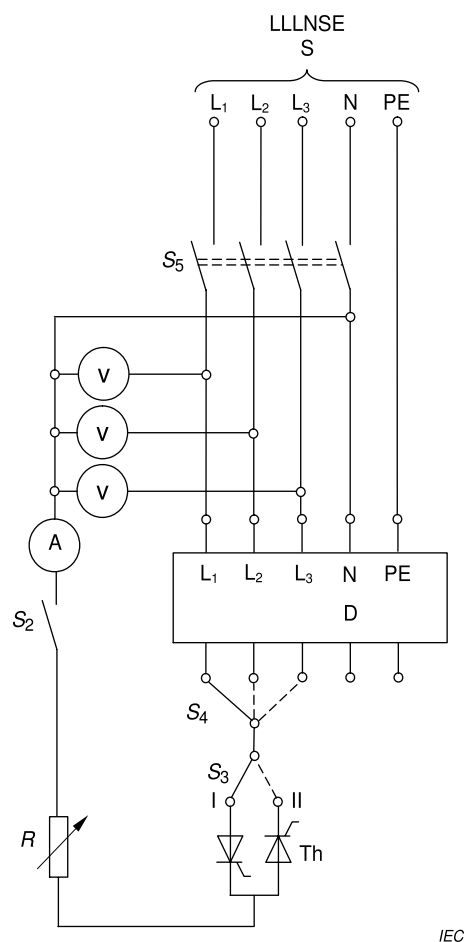


Figure 10b) – Type LLSE/LLE



IEC

Figure 10c) – Type LLLNSE/LLLNE

PE	conducteur de protection
L	phase
N	neutre
S	alimentation
V	voltmètre
A	ampèremètre (mesurant la valeur efficace)
D	appareil soumis à essai
R	résistance variable
Th	thyristor
S_1	interrupteur bipolaire
S_2	interrupteur unipolaire
S_3	interrupteur va-et-vient
S_4	interrupteur à trois directions
S_5	interrupteur quadripolaire

Figure 10 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés (voir 9.7.4)

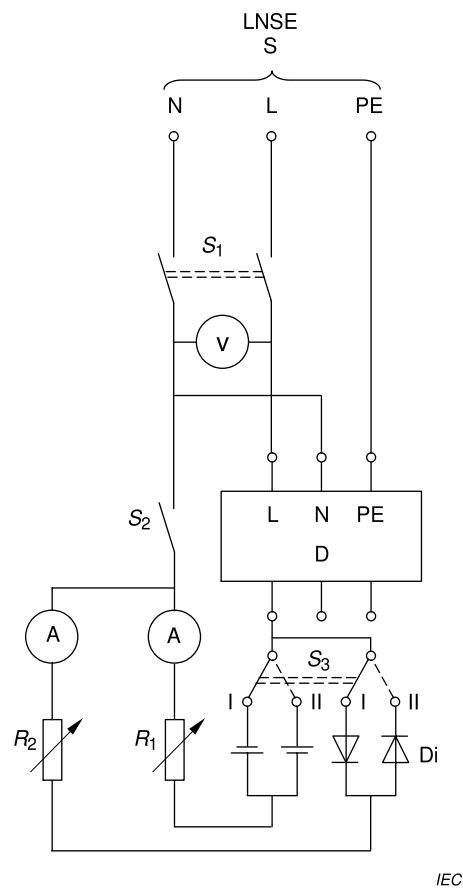


Figure 11a) – Type LNSE/LNE

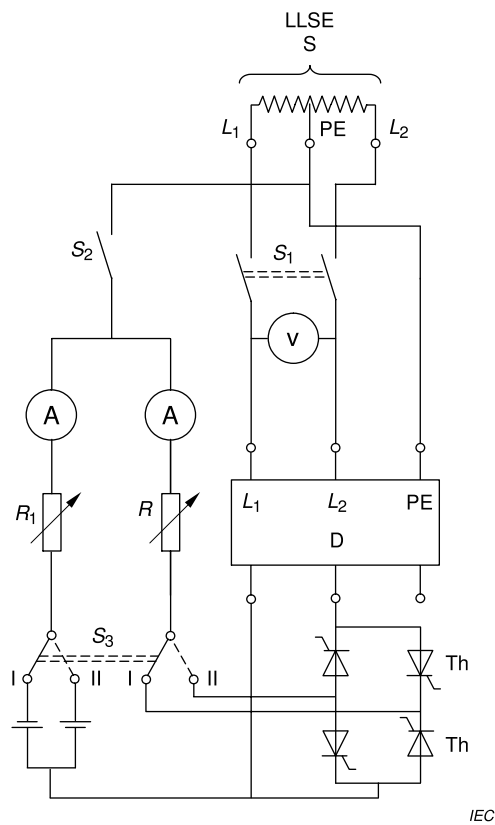


Figure 11b) – Type LLSE/LLE

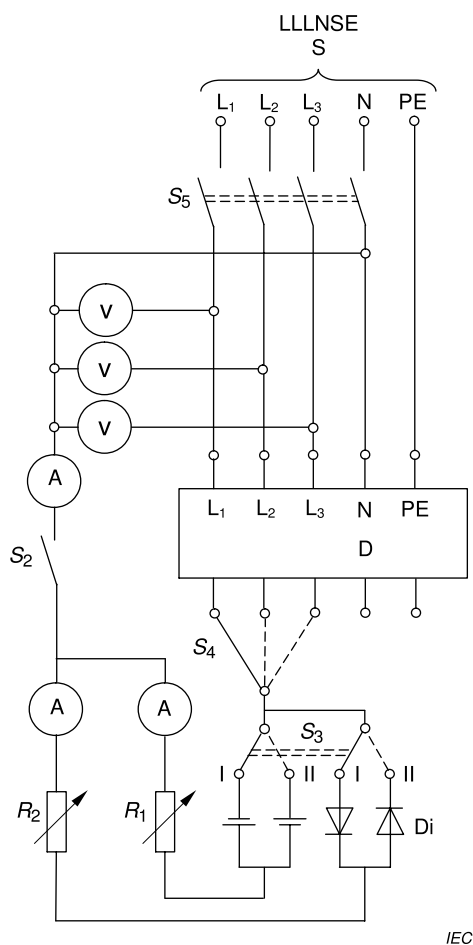


Figure 11c) – Type LLLNSE/LLLNE

PE	conducteur de protection
L	phase
N	neutre
S	alimentation
V	voltmètre
A	ampèremètre (mesurant la valeur efficace)
D	appareil soumis à essai
R	résistance variable
Di	diode
S ₁	interrupteur bipolaire
S ₂	interrupteur unipolaire
S ₃	interrupteur bipolaire va-et-vient
S ₄	interrupteur à trois directions
S ₅	interrupteur quadripolaire

Figure 11 – Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé (voir 9.7.4.3)

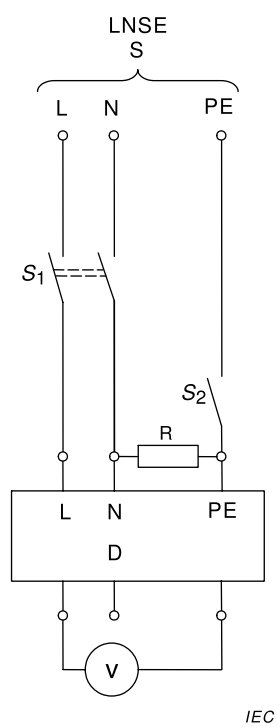


Figure 12a) – Type LNSE

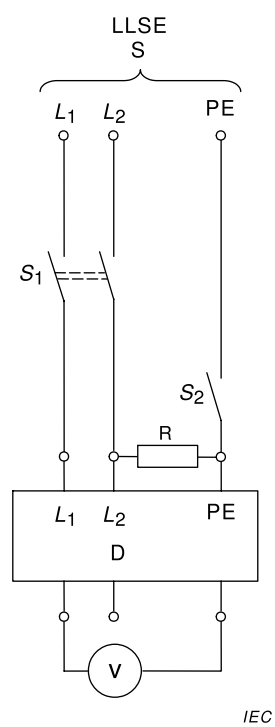


Figure 12b) – Type LLSE

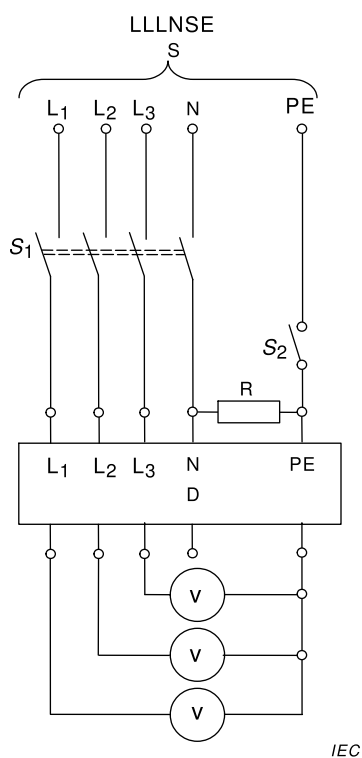


Figure 12c) – Type LLLNSE

PE conducteur de protection

L phase

N neutre

D appareil soumis à essai

S alimentation

S_1 interrupteur bipolaire ou interrupteur quadripolaire, selon le cas

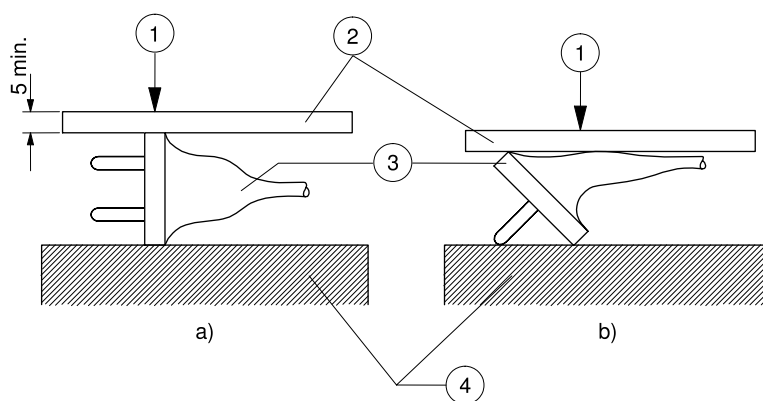
S_2 interrupteur unipolaire

V voltmètre

R résistance 1 600 Ω

NOTE Pour les types LLSE une connexion neutre d'alimentation peut être raccordée pour référence.

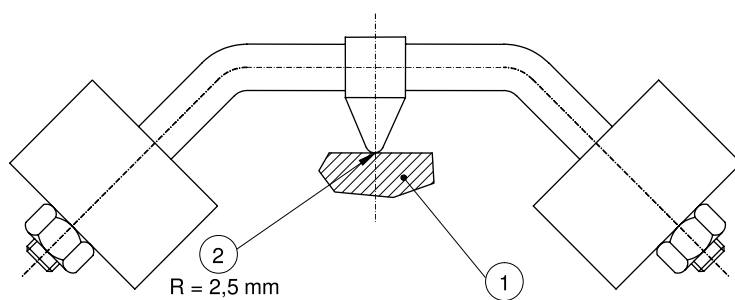
Figure 12 – Vérification du conducteur de protection ouvert (voir 9.7.7.5)

Dimensions en millimètres

IEC

- 1 force
- 2 plaque d'essai en acier
- 3 partie fiche de l'échantillon
- 4 base en acier

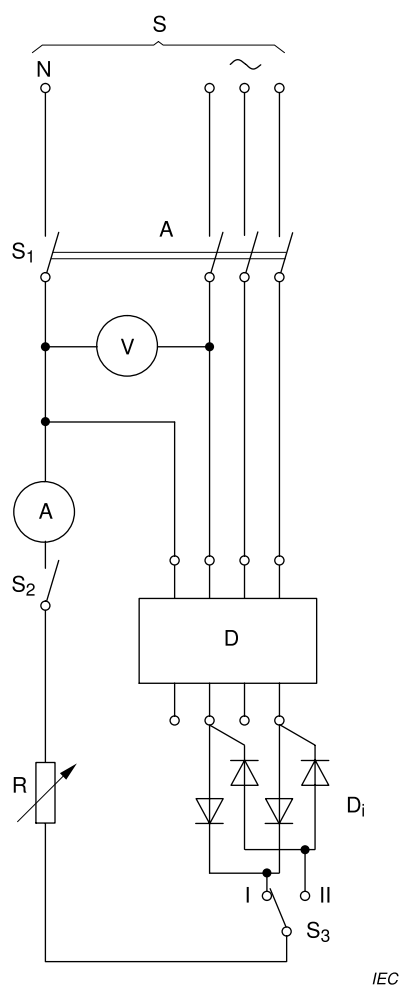
Figure 13 – Configuration de l'essai de compression pour la vérification de la protection contre les chocs électriques



IEC

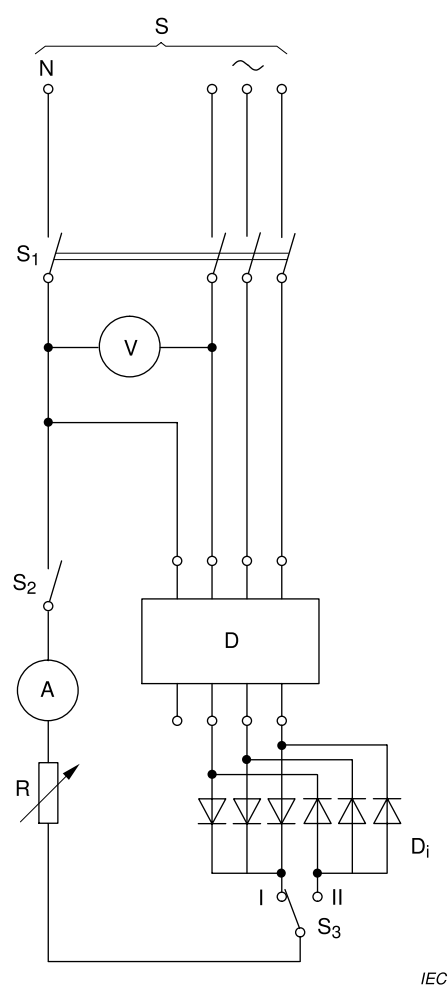
- 1 échantillon
- 2 forme sphérique

Figure 14 – Appareil pour l'essai à la bille



- Point A alimentation par 2 phases choisies au hasard
 S alimentation
 V voltmètre
 A ampèremètre (mesurant la valeur efficace)
 D appareil soumis à essai
 D_i diodes
 R résistance variable
 S₁ interrupteur multipolaire
 S₂ interrupteur unipolaire
 S₃ interrupteur bipolaire

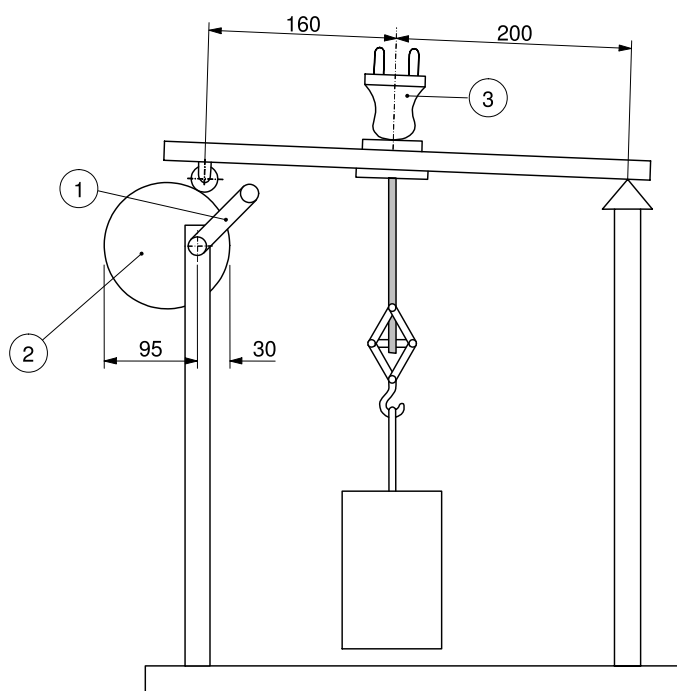
Figure 15 – Circuit d'essai pour IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.1.3 pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en biphase



- S alimentation
- V voltmètre
- A ampèremètre (mesurant la valeur efficace)
- D appareil soumis à essai
- D_i diodes
- R résistance variable
- S_1 interrupteur multipolaire
- S_2 interrupteur unipolaire
- S_3 interrupteur bipolaire

Figure 16 – Circuit d'essai pour IC-CPD conforme à la classification donnée en 4.1.4 pour vérifier le fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits de redressement alimentés en triphasé

Dimensions en millimètres

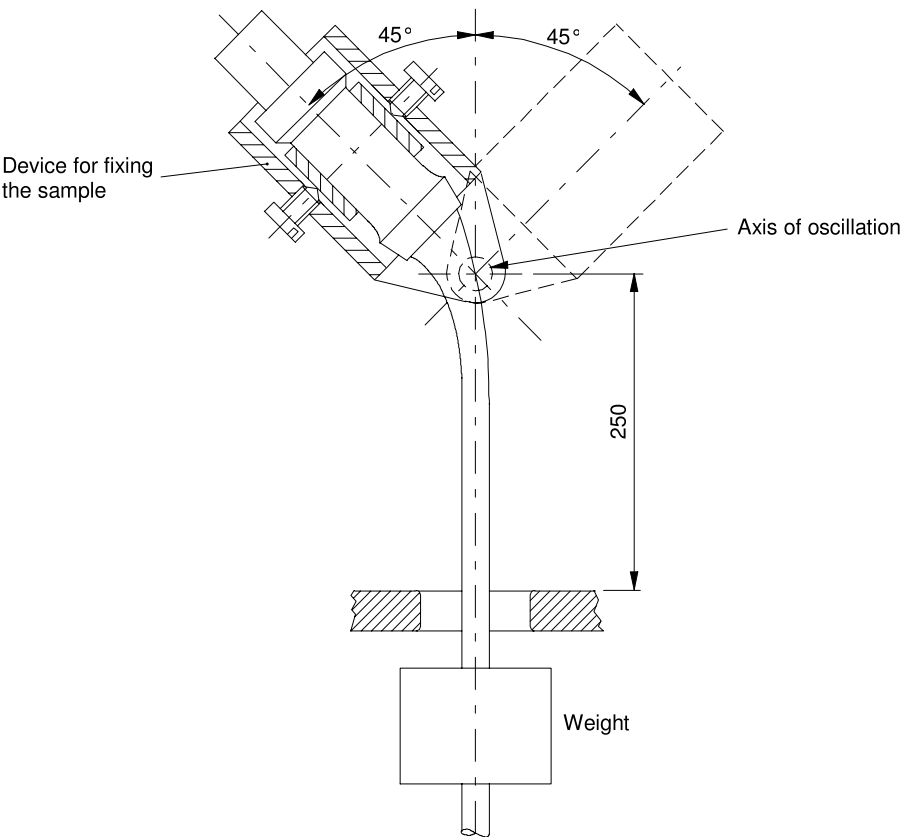


IEC

- 1 manivelle
- 2 excentrique
- 3 échantillon

Figure 17 – Appareil pour essai de la fixation du câble

Dimensions en millimètres



IEC

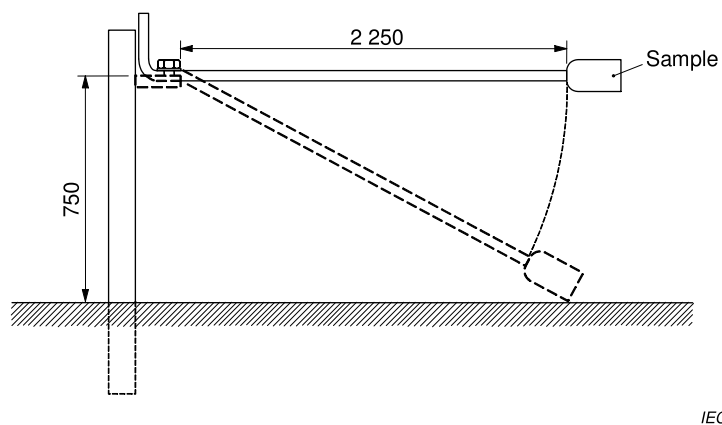
Anglais	Français
Device for fixing the sample	Appareil de fixation de l'échantillon
Axis of oscillation	Axe d'oscillation
Weight	Poids
Dimensions in millimetres	Dimensions en millimètres

- 1 appareil de fixation de l'échantillon
- 2 échantillon
- 3 poids

Un réglage des différents supports d'appareils au moyen d'une broche filetée doit être prévu conformément au commentaire donné en 9.25.

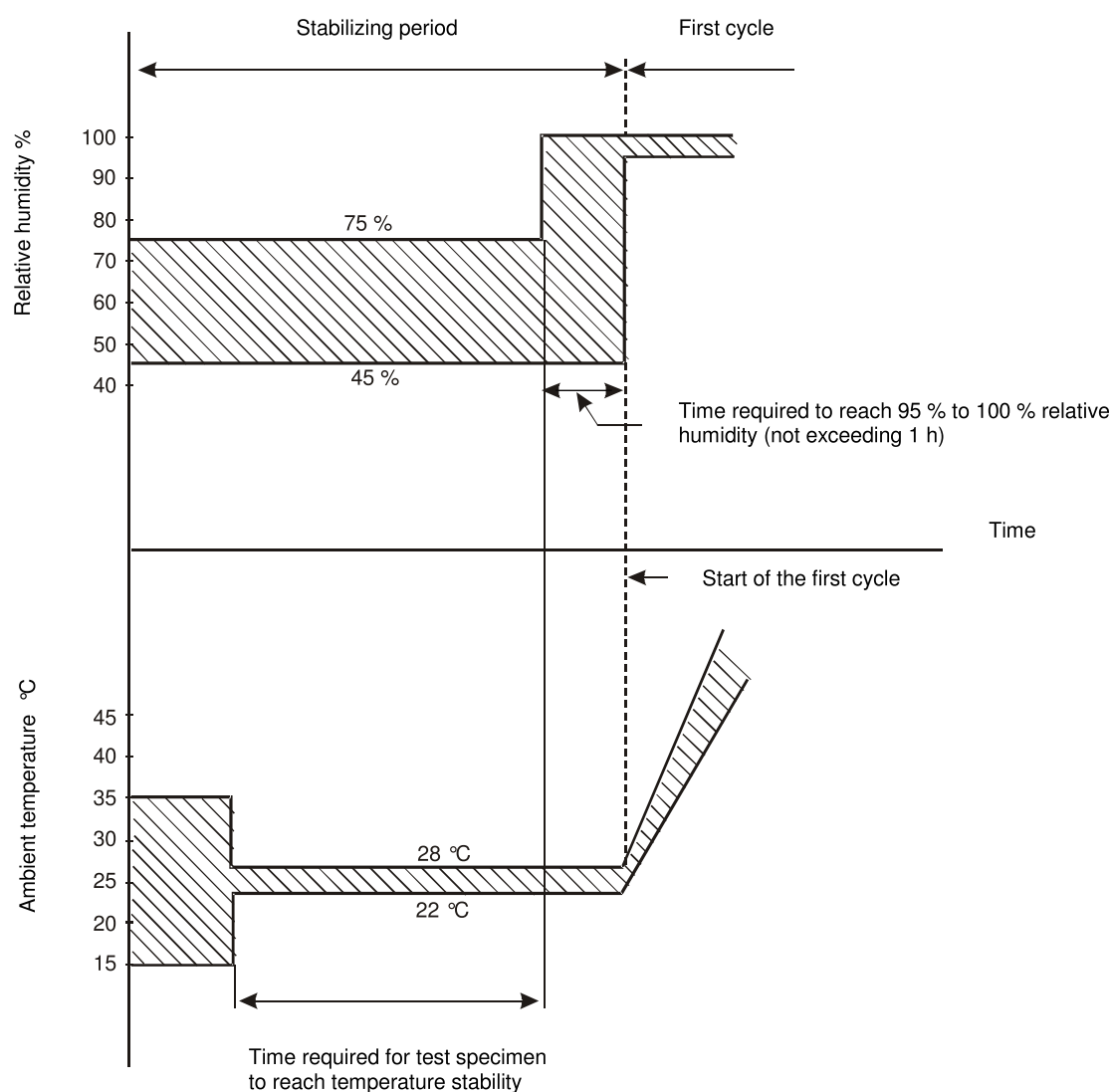
Figure 18 – Appareil pour l'essai de flexion

Dimensions en millimètres



Anglais	Français
Sample	Echantillon

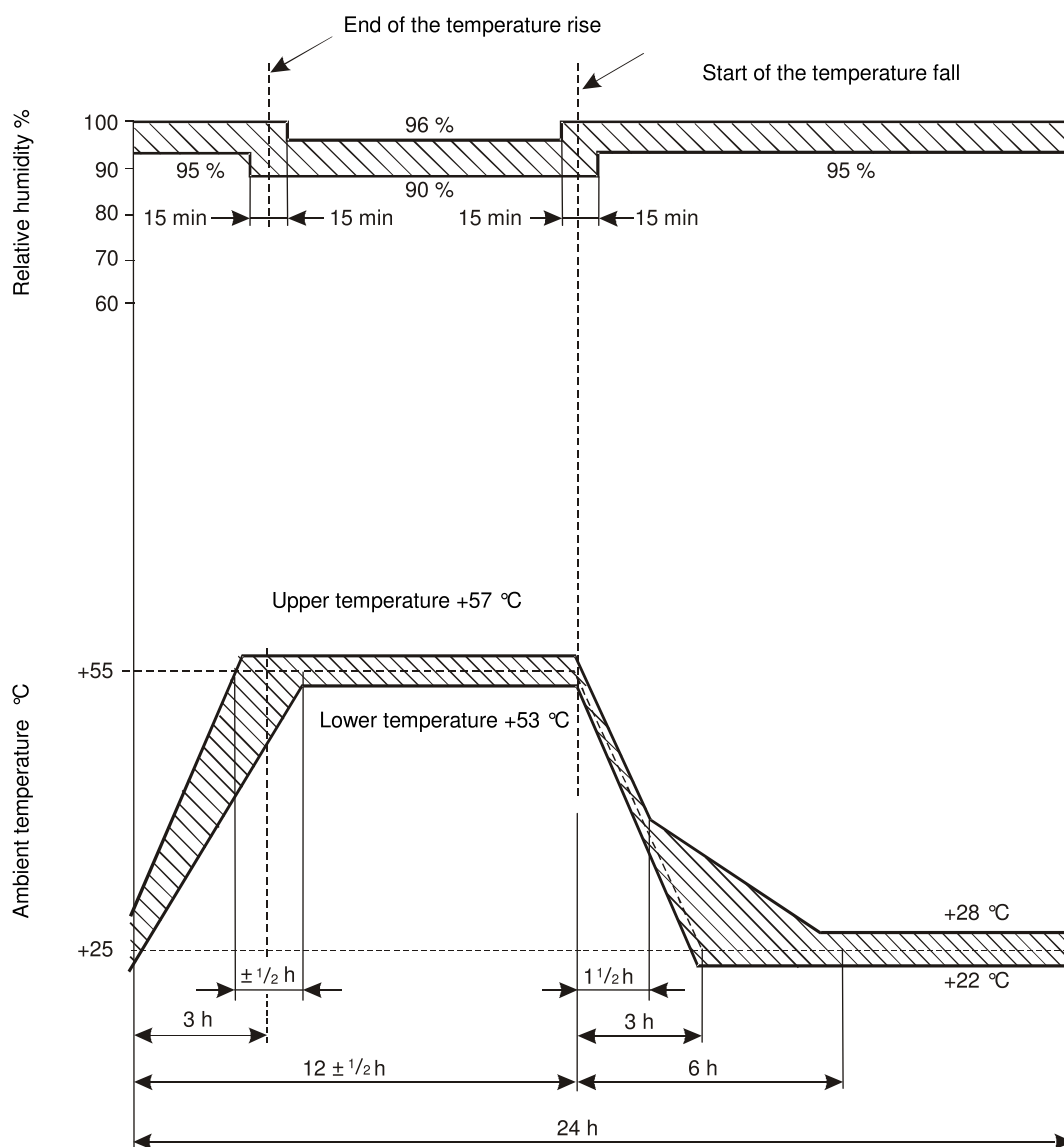
Figure 19 – Disposition pour l'essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de câbles (9.10.4)



IEC

Anglais	Français
Stabilizing period	Période de stabilisation
First cycle	Premier cycle
Relative humidity %	Humidité relative (%)
Time required to reach 95 % to 100 % relative humidity (not exceeding 1 h)	Temps exigé pour atteindre une humidité relative de 95 %-100 % (pas plus de 1 h)
Time	Temps
Start of the first cycle	Début du premier cycle
Ambient temperature °C	Température ambiante (°C)
Time required for test specimen to reach temperature stability	Temps exigé pour que l'échantillon d'essai atteigne la stabilité thermique

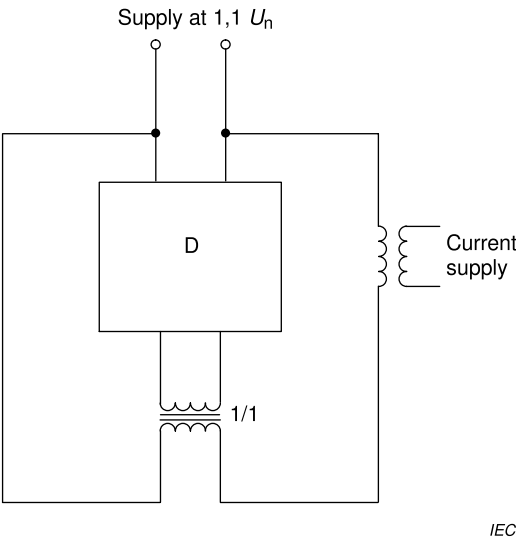
Figure 20 – Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité (9.17.1.4)



IEC

Anglais	Français
End of the temperature rise	Fin de l'échauffement
Start of the temperature fall	Début du refroidissement
Relative humidity %	Humidité relative (%)
Upper temperature +57 °C	Température la plus élevée +57 °C
Lower temperature +53 °C	Température la plus basse +53 °C
Ambient temperature °C	Température ambiante (°C)

Figure 21 – Cycle d'essai de fiabilité (9.17.1.4)



Anglais	Français
Supply at $1,1 U_n$	Alimentation à $1,1 U_n$
Current supply	Alimentation en courant

D IC-CPD soumis à essai

Figure 22 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du vieillissement des composants électroniques (9.18)

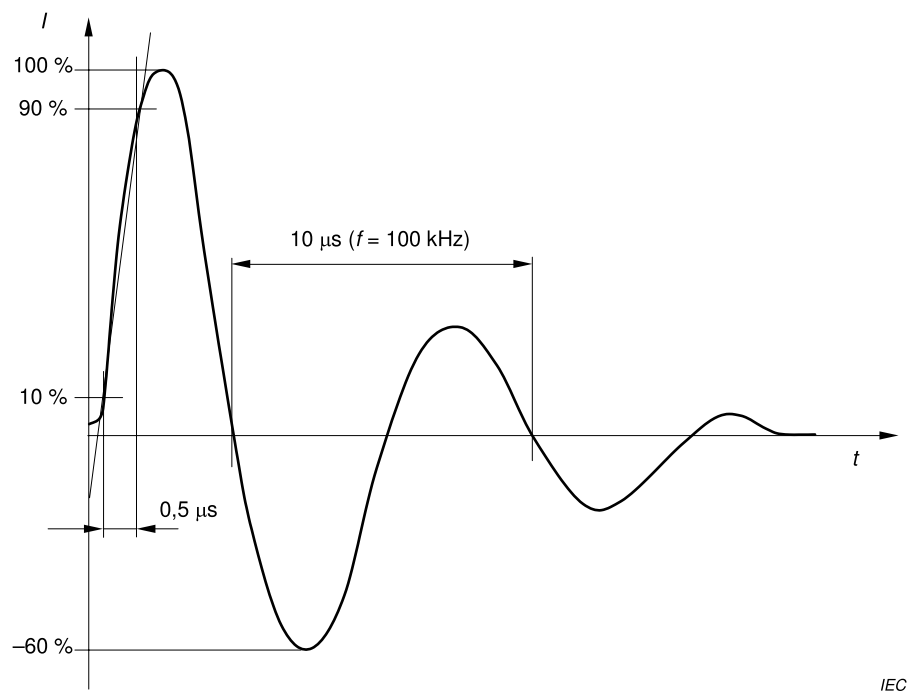
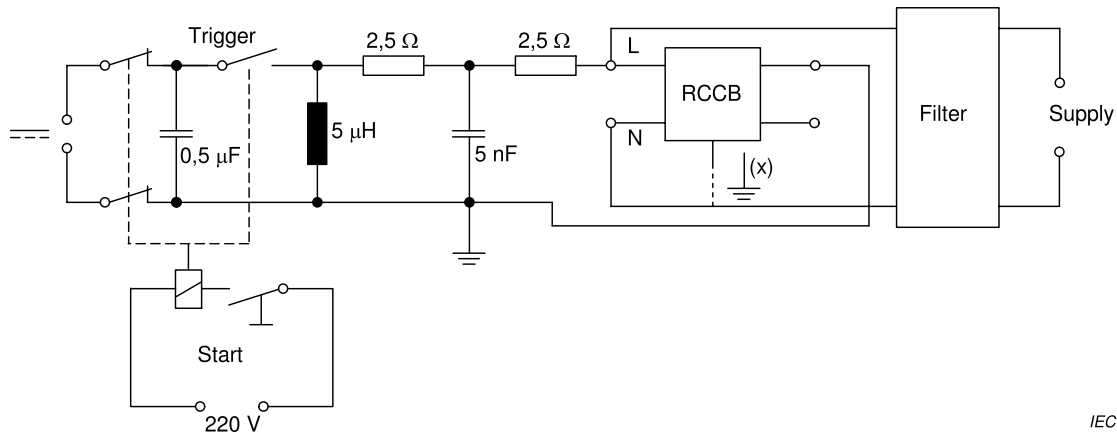


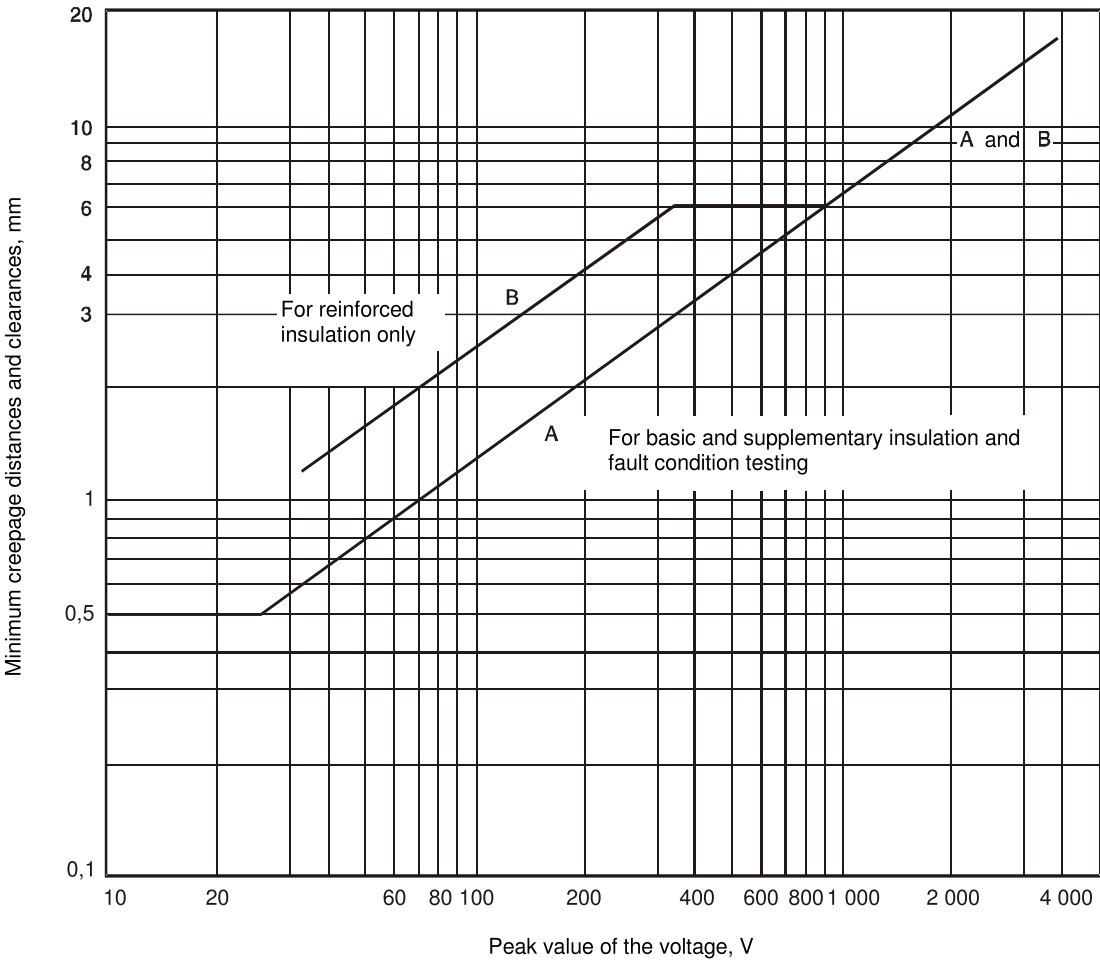
Figure 23 – Onde de courant sinusoïdale fortement amortie 0,5 μs/100 kHz



Anglais	Français
Trigger	Déclencheur
Filter	Filtre
Supply	Alimentation
Start	Démarrage

(x) Borne de terre raccordée au conducteur neutre si marqué sur l'IC-CPD

Figure 24 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la tenue aux déclenchements indésirables



IEC

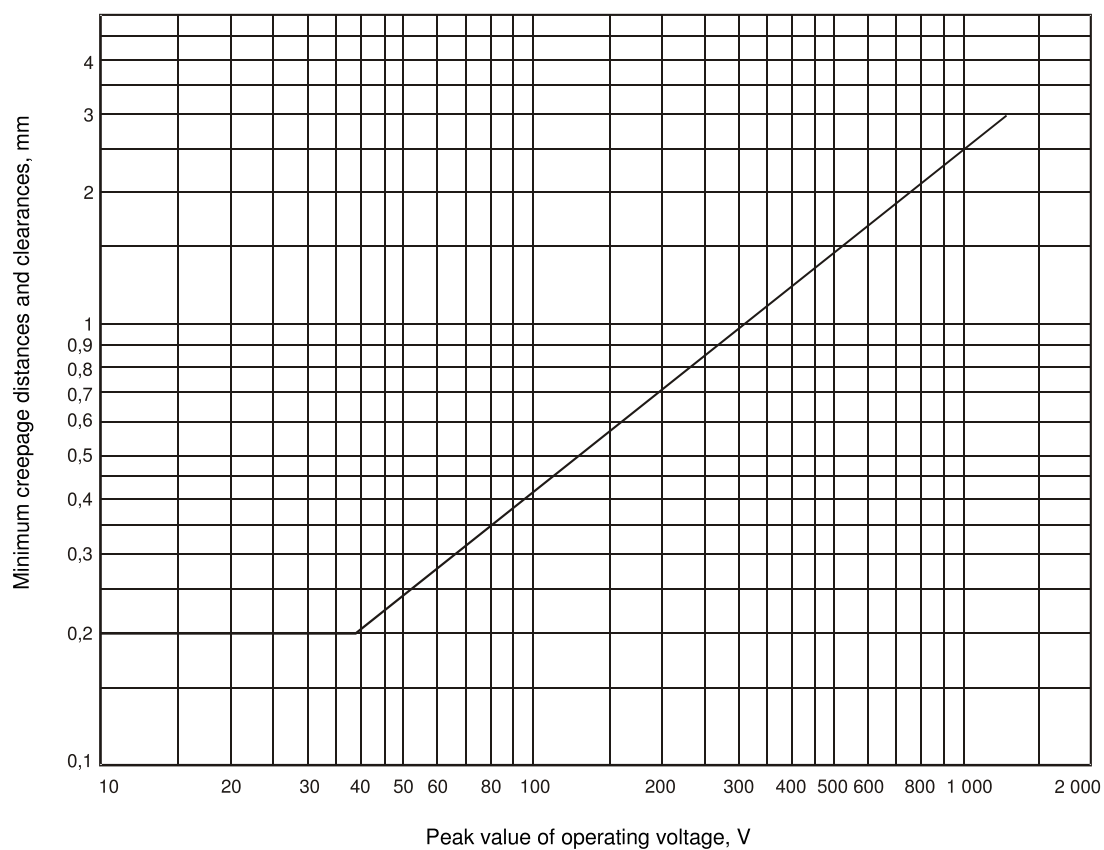
Anglais	Français
Minimum creepage distances and clearances, mm	Ligne de fuite et distance d'isolement minimales (mm)
A and B	A et B
For reinforced insulation only	Pour isolation renforcée seulement
For basic and supplementary insulation and fault condition testing	Pour l'isolation principale et complémentaire et pour l'essai de condition de défaut
Peak value of the voltage, V	Valeur de crête de la tension (V)

Pour les parties en liaison conductrice avec le réseau d'alimentation et soumises à des tensions comprises entre 220 V et 250 V (valeur efficace), les valeurs à appliquer correspondent à la valeur de crête de 354 V:

Courbe A: 34 V correspond à 0,6 mm
354 V correspond à 3,0 mm

Courbe B: 34 V correspond à 1,2 mm
354 V correspond à 6,0 mm

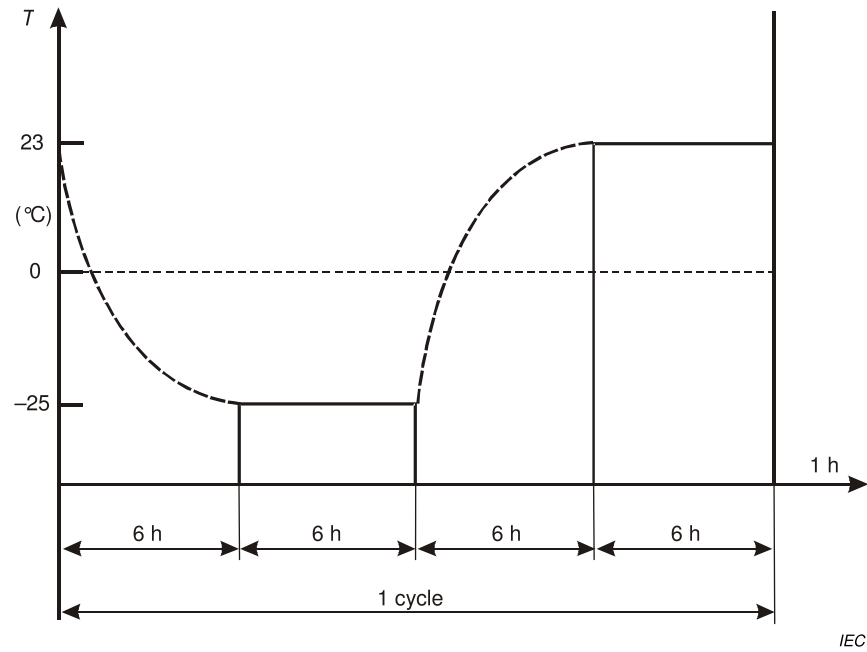
Figure 25 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension (voir 9.27.3 a))



IEC

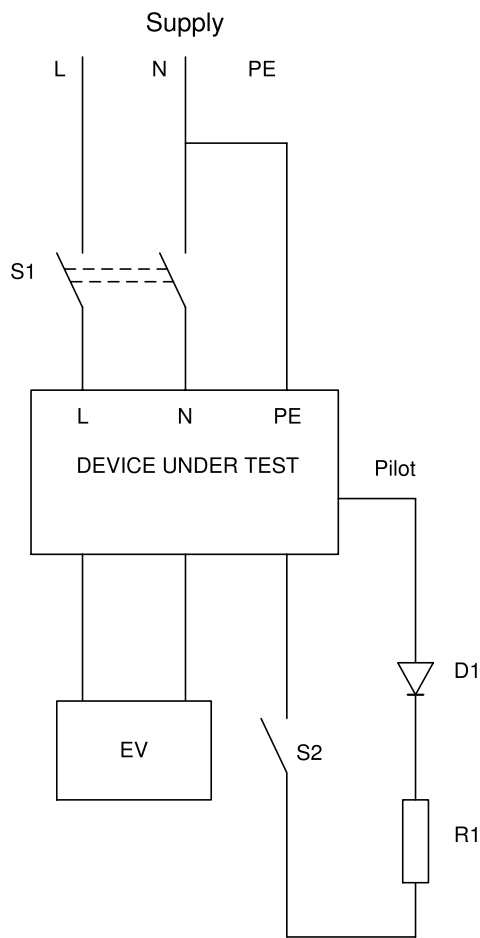
Anglais	Français
Minimum creepage distances and clearances, mm	Ligne de fuite et distance d'isolement minimales (mm)
Peak value of operating voltage, V	Valeur de crête de la tension de fonctionnement (V)

Figure 26 – Lignes de fuite et distances d'isolement minimales en fonction de la valeur crête de la tension de fonctionnement (voir 9.27.3 a))



Anglais	Français
1 cycle	1 cycle

Figure 27 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température

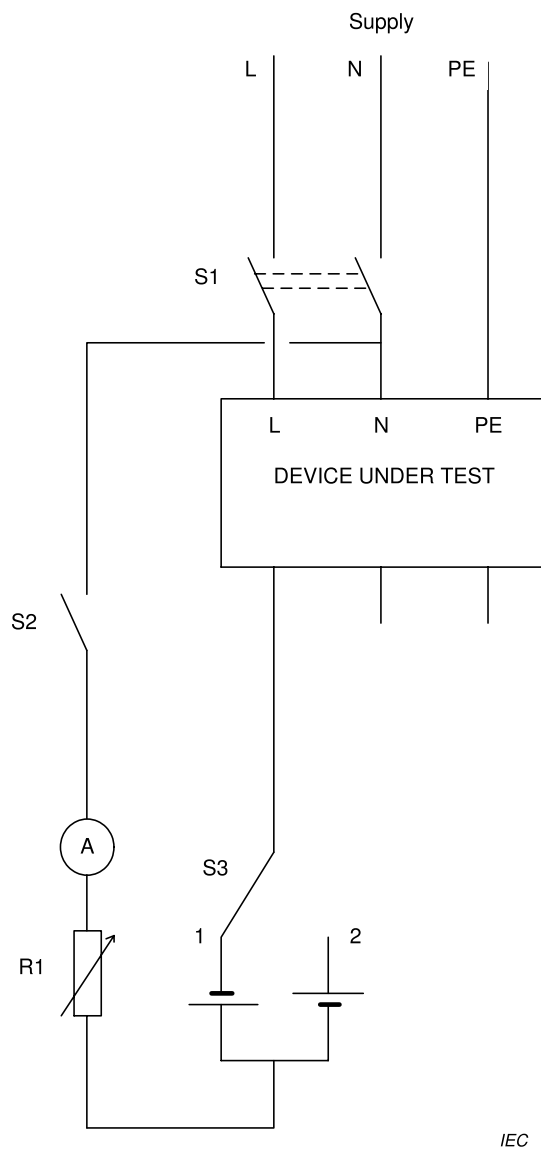


Anglais	Français
Supply	Alimentation
DEVICE UNDER TEST	APPAREIL SOUMIS À ESSAI
Pilot	Pilote

La figure représente le type LNSE.
Pour le type LLSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 – PE.
Pour le type LLLNSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 –L3–N–PE.

S ₁ , S ₂	commutateur
S	alimentation
D	appareil soumis à essai
R ₁	résistance de valeur 882 Ω ± 3 %
D ₁	diode
VE	charge résistive simulant le véhicule électrique au courant assigné

Figure 28 – Circuit d'essai pour la vérification de la connexion du conducteur de protection au VE, selon 9.7.9



IEC

Anglais	Français
Supply	Alimentation
DEVICE UNDER TEST	APPAREIL SOUMIS À ESSAI

La figure représente le type LNSE.
Pour le type LLSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 – PE.
Pour le type LLLNSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 –L3–N–PE.

- S₁, S₂, S₃

S

D

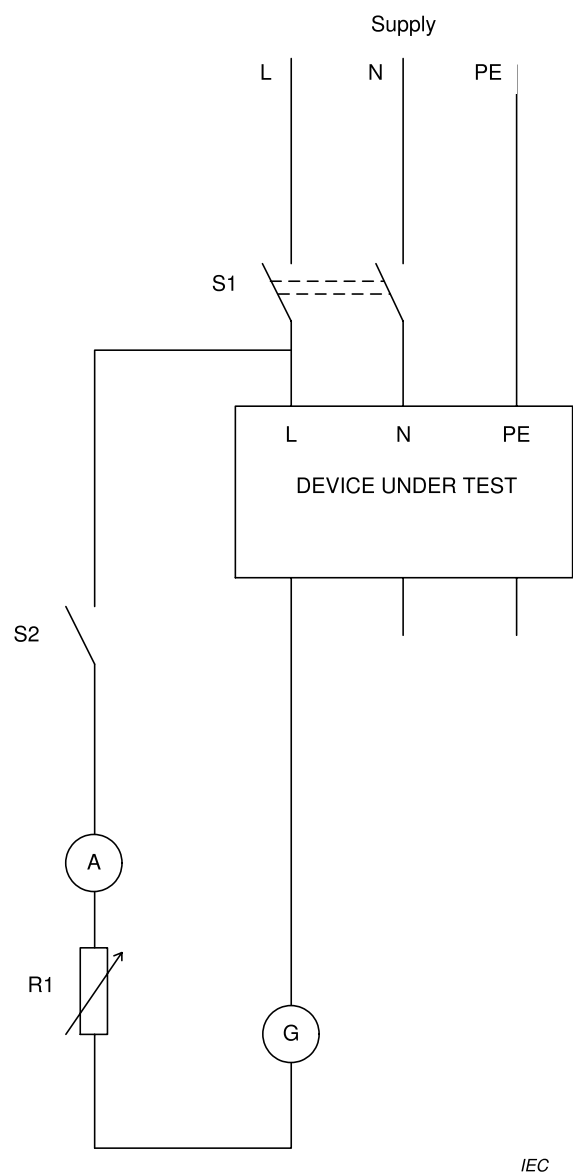
R₁
- commutateur

alimentation

appareil soumis à essai

résistance ajustable

Figure 29 – Vérification du fonctionnement correct en cas de courant résiduel continu lissé, selon 9.7.6

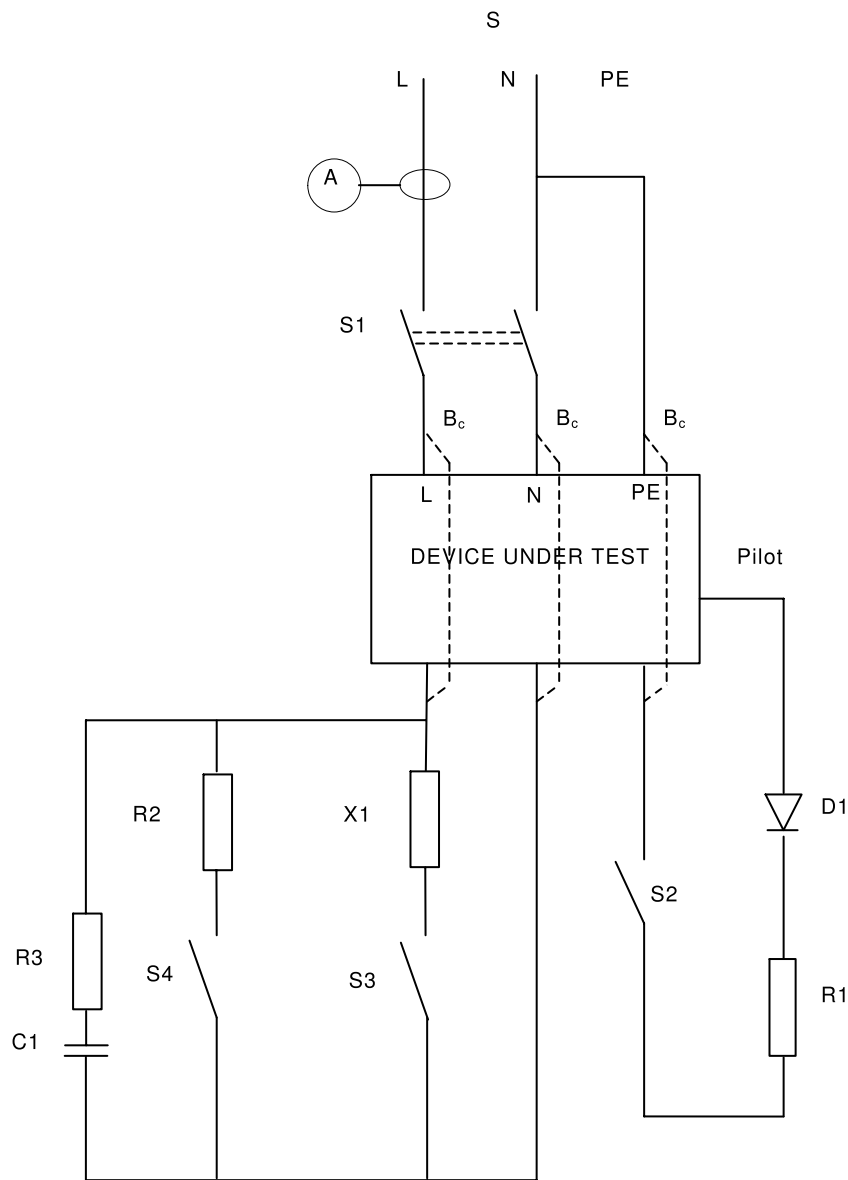


Anglais	Français
Supply	Alimentation
DEVICE UNDER TEST	APPAREIL SOUMIS À ESSAI

La figure représente le type LNSE.
Pour le type LLSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 – PE.
Pour le type LLLNSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 –L3–N–PE.

- S alimentation
- S₁ interrupteur tous pôles (facultatif)
- S₂ interrupteur unipolaire
- D IC-CPD soumis à essai
- R₁ par ex. 10 Ω (n'importe quelle valeur appropriée)
- G générateur de formes d'onde arbitraires (combinaison de 50 Hz et 1 kHz)
- A ampèremètre

Figure 30 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants résiduels alternatifs sinusoïdaux formés de composantes de fréquences multiples



IEC

Anglais	Français
Supply	Alimentation
DEVICE UNDER TEST	APPAREIL SOUMIS À ESSAI
Pilot	Pilote

La figure représente le type LNSE.
Pour le type LLSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 – PE.
Pour le type LLLNSE, la connexion d'alimentation est la suivante: L1 –L2 –L3–N–PE.

Légende

- S₁, S₂, S₃, S₄

S

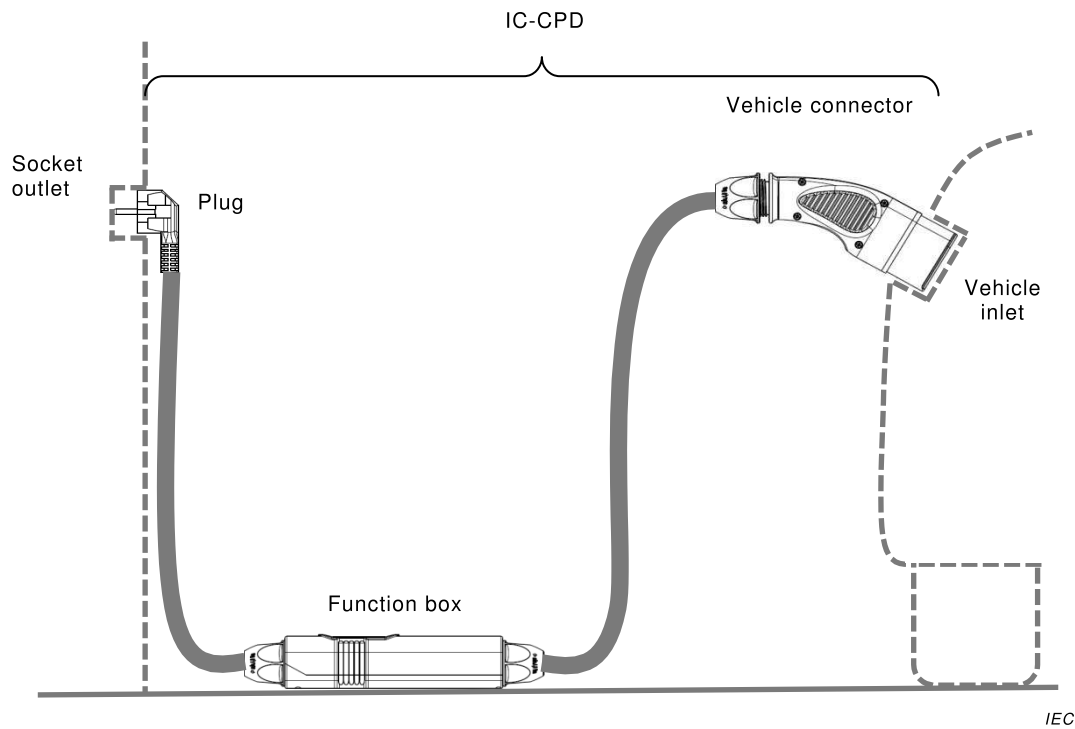
D
- commutateur

alimentation

appareil soumis à essai

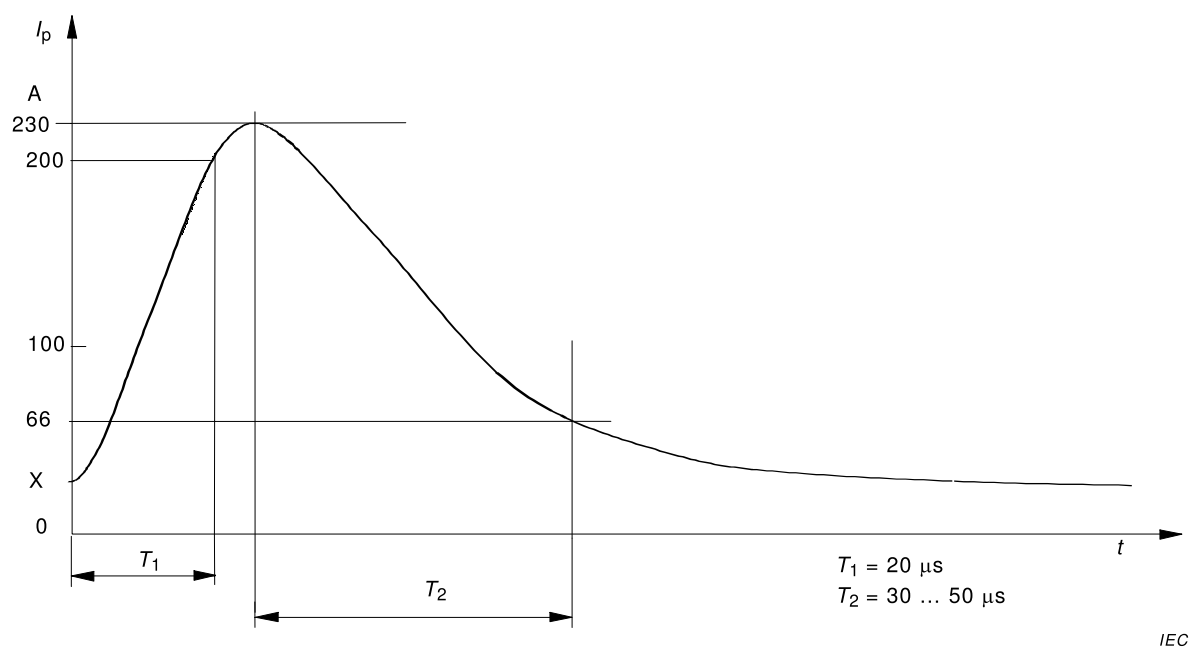
R_1	résistance de valeur $882\ \Omega \pm 3\%$
R_2	résistance
R_3	résistance
X_1	résistance et bobine d'inductance pour ajuster le courant assigné
C_1	condensateur
D_1	diode

Figure 31 – Circuit d'essai pour l'essai d'endurance selon 9.8



Anglais	Français
Socket outlet	Socle
Plug	Fiche
Vehicle connector	Prise mobile de véhicule
Vehicle inlet	Embase de véhicule
Function box	Boîtier de fonctions

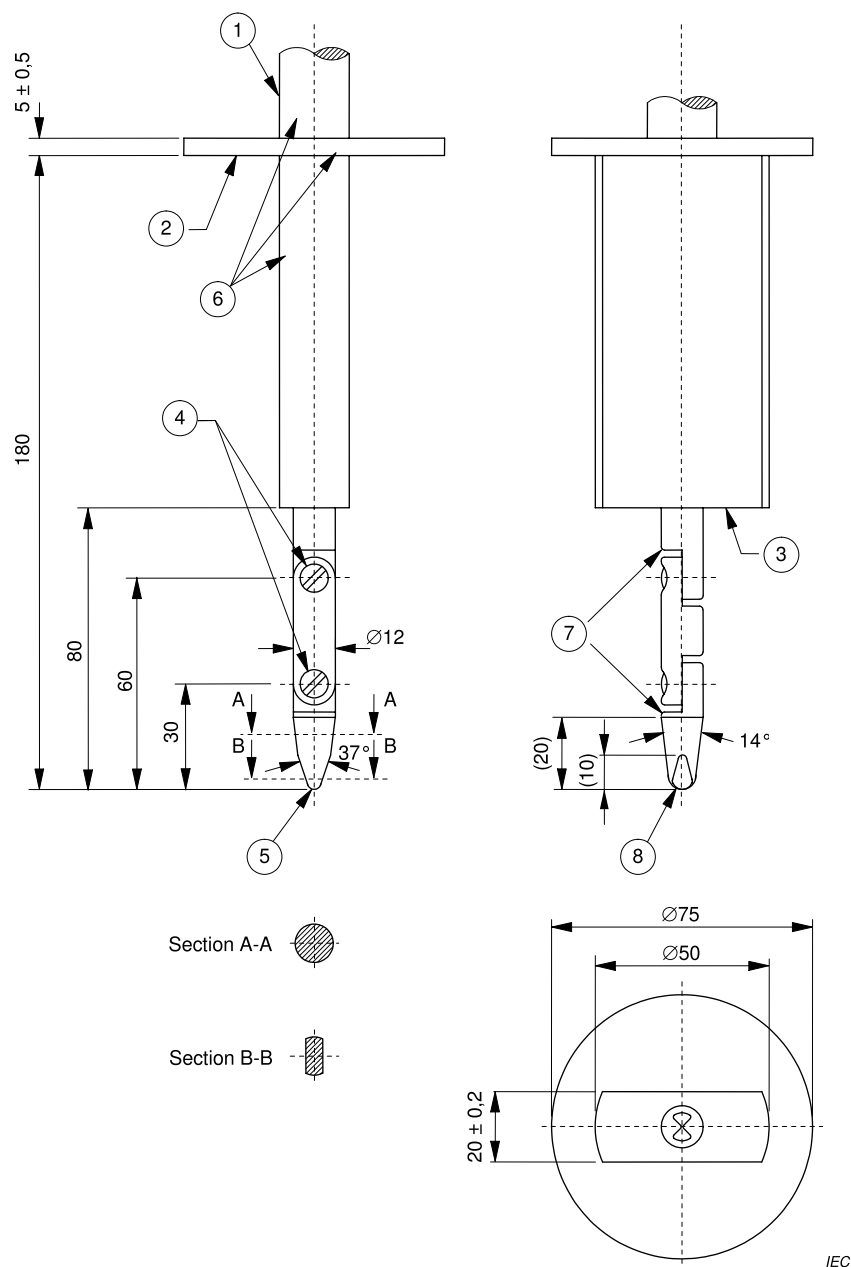
Figure 32 – Utilisation de l'IC-CPD



Légende

- X Valeur de départ du courant d'appel (0... 42 A) dépendant de l'angle de phase du courant sinusoïdal de 30 A en valeur efficace

Figure 33 – Forme d'onde informative du courant d'appel pour les essais selon 9.8.2



Légende

1 Manche

2 Garde

3 Plaque d'arrêt

4 Articulations

Matériel : 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: $\pm 0,2$

5 $R2 \pm 0,05$ cylindrique

6 Matière isolante

7 Chanfreiner toutes les arêtes

8 $R4 \pm 0,05$ sphérique

Les deux articulations doivent permettre un mouvement dans le même plan et le même sens de 90° avec une tolérance de $\pm 10^\circ$.

0

Figure 34 – Doigt d'épreuve

Annexe A (normative)

Séquences d'essai et nombre d'échantillons à soumettre à essai en vue de la vérification de la conformité à la présente Norme

A.1 Vérification de la conformité

Les séquences d'essai suivantes peuvent être utilisées:

- par le fabricant dans le cadre de la déclaration du fournisseur;
- par un organisme de certification indépendant.

Pour les fiches, les essais de type doivent être conformes à l'IEC 60884-1, à l'IEC 60309-1, ou à l'IEC 60309-2, selon le cas.

Pour les prises mobiles de véhicule, les essais de type doivent être conformes à l'IEC 62196-1.

Il est également admissible d'effectuer un essai de type conformément à une Norme nationale appropriée.

A.2 Séquences d'essai

Les essais sont effectués selon le Tableau A.1 où les essais de chaque séquence sont effectués dans l'ordre indiqué.

Tableau A.1 – Séquences d'essai

Séquence essai		Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
A		6	Marquage
			Généralités ^a
		9.3	Indélébilité du marquage
		9.22	Contraintes sur les conducteurs
		9.23	Couple exercé par les IC-CPD sur les socles fixes
		8.5.3	Degré de protection du ou des boîtiers de fonctions
		9.4	Protection contre les chocs électriques
		9.11	Résistance à la chaleur
		8.4.3	Distances d'isolement et lignes de fuite
		9.19	Résistance aux courants de cheminement
		9.12	Résistance à la chaleur anormale et au feu
B		9.5	Essai des propriétés diélectriques
		9.6	Echauffements
		9.17.2	Fiabilité à 45 °C
		9.18	Vieillessement
		9.20	Essai sur les broches pourvues de gaines isolantes
		IEC TS 62763:2013, Tableau 4 ^e	Essais de la fonction pilote
C	C ₁	9.9.3	Pouvoir de coupure et de fermeture de la fiche de l'IC-CPD
		9.8	Endurance mécanique et électrique
		9.21	Résistance mécanique des broches non massives des fiches
		9.24	Essais des arrêts de câbles
	C ₂ ^b	IEC TS 62763:2013, Tableau 4 ^e	Un essai de la fonction pilote choisi au hasard
		9.24	Essais des arrêts de câbles
		9.25	Essai de flexion des IC-CPD non démontables
D	D ₀	9.7	Caractéristiques d'exploitation, l'essai donné en 9.7.7 est réalisé à la fin de la séquence d'essai.
		9.14	Comportement en cas de défaut de la tension d'alimentation
		9.16	Déclenchements indésirables
		9.9.2.3	Performance à $I_{\Delta m}$
		9.13	Fonction de courant différentiel résiduel, par auto-essai
		9.10	Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts
		9.15	Courant de non-fonctionnement en cas de surintensité
		9.27	Essais remplaçant les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement
		9.28	Vérifications pour les composants électroniques unitaires utilisés dans les IC-CPD
E		9.9.2.4 a)	Coordination à I_{nc}
		9.9.2.2	Performance à I_m
F		IEC TS 62763:2013, Tableau 4 ^e	Un essai de la fonction pilote choisi au hasard
		9.9.2.4 b)	Coordination à I_m
		9.9.2.4 c)	Coordination à $I_{\Delta c}$
G		IEC TS 62763, Tableau 4 ^e	Un essai de la fonction pilote choisi au hasard
		9.35	Essai de basse température de stockage
		9.17.1	Fiabilité (essai climatique)
		IEC TS 62763:2013, Tableau 4 ^e	Un essai de la fonction pilote choisi au hasard

Séquence essai	Article ou paragraphe	Essai (ou examen)
H ¹⁾	IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 4 -T1.1 IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 4 -T1.2 IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 5 -T2.3	Harmoniques, inter-harmoniques Transmission de signaux sur le secteur Transitoires unidirectionnels conduits de l'échelle de temps des ms et des µs
I	IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 5 -T2.1 ^e et T2.5 IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 5 -T2.2	Tensions ou courants oscillatoires conduits Transitoires unidirectionnels conduits de l'échelle de temps des ns (explosion)
J	IEC 61543:1995 et IEC 61543:1995/AMD2:2005 ^d , Tableau 5 – T2.6 ^c IEC 61543:1995 1995 et IEC 61543:1995/AMD1:2004 ^d , Tableau 6 -T3.1	Perturbations conduites en mode commun dans la gamme de fréquences inférieure à 150 kHz Décharges électrostatiques
K	9.30	Essai thermique sous rayonnement solaire
L	9.31	Rayonnement ultraviolet
M	9.32	Vapeur et brouillard salin
N	9.34	Essai d'écrasement par les véhicules
O	IEC TS 62763:2013, Tableau 4 ^e 9.29	Contrôleur de fonction pilote de commande Contraintes chimiques
P	9.36	Essai de chocs et de vibrations
a Les «généralités» désignent les examens et mesures mentionnés en 8.1, 8.2 et 8.3. Les essais individuels mentionnés à ces paragraphes peuvent être réalisés à tout moment approprié au sein de la séquence d'essai A. b Applicable aux appareils non démontables. c Utiliser des niveaux d'essai comme pour les IC-CPD à 30 mA. d Partout où l'IEC 61543 fait état de «PCDM/DDRPC», il convient de lire «IC-CPD». e La présente Norme IEC TS 62763:2013 sera réintroduite dans la future édition 3 de l'IEC 61851-1. f Pour les appareils qui comportent un oscillateur à fonctionnement permanent, l'essai de la série CISPR 14 doit être effectué sur les échantillons avant les essais de la présente séquence.		

A.3 Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Si un type seulement d'IC-CPD, d'un courant assigné unique et d'un courant différentiel de fonctionnement assigné unique, est soumis à essai, le nombre d'échantillons à soumettre aux différentes séries d'essai est celui indiqué au Tableau A.2, où sont également indiqués les critères minimaux de performance.

Si tous les échantillons présentés selon la deuxième colonne du Tableau A.2 satisfont aux essais, la conformité à la norme est établie. Si seul le nombre minimal d'échantillons donné dans la troisième colonne satisfont aux essais, des échantillons supplémentaires doivent être soumis à essai, comme indiqué dans la quatrième colonne, et tous doivent alors compléter la séquence d'essai de façon satisfaisante.

NOTE Pour les essais d'échauffement donnés en 9.6, un échantillon spécialement préparé avec le circuit de déclenchement déconnecté peut être exigé.

Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète

Séquence d'essai ^a	Nombre d'échantillons	Nombre minimal d'échantillons ayant satisfait aux essais ^b	Nombre d'échantillons pour les essais recommencés ^c
A	1	1	–
B ^{d e}	3	2	3
C ₁ ^k (9.9.3 et 9.8 uniquement)	3	2	3
C ₂ ^f	3	2	3
C ₃ ^f	3	2	3
D ₀ ^{f, g, k}	3	2	3
D ₁ ^{h i}	3	2	3
E ^{f, i, k, l}	3	2	3
F ^{f, i, k, l}	3	2	3
G	3	2	3
H ^{f, j, k}	3	2	3
I ^{f, j, k}	3	2	3
J ^{f, j, k}	3	2	3
K	3	2	3
L	3	2	3
M	3	2	3
N	3	2	3
O	3	2	3
P	3	2	3

^a Jusqu'à trois séquences d'essai peuvent être recommencées.
^b Il est considéré que tout échantillon qui n'a pas passé un essai avec succès n'a pas satisfait aux exigences en raison de défauts dus à la fabrication ou au montage, qui ne sont pas représentatifs de la conception.
^c En cas d'essais recommencés, tous les échantillons doivent passer les essais avec succès.
^d Un échantillon spécialement préparé avec la partie électronique non soumise à l'impulsion est exigé.
^e Pour les essais d'échauffement du conducteur de protection, un échantillon spécialement préparé avec le circuit de déclenchement déconnecté peut être exigé.
^f Si cela est demandé par le fabricant, les essais doivent être effectués sur seulement un ou deux jeux d'échantillons.
^g Un échantillon supplémentaire est exigé pour l'essai à -25 °C.
^h Si un essai nécessite un démantèlement, un échantillon supplémentaire peut être nécessaire. Dans ce cas, le fabricant doit fournir des échantillons, qui peuvent être spécialement préparés.
ⁱ Un ou plusieurs nouveaux échantillons peuvent être utilisés pour les essais à I_{nc} .
^j A la demande du fabricant, le même jeu d'échantillons peut être soumis à plusieurs de ces séquences d'essai.
^k Lorsqu'un IC-CPD est conforme à plusieurs des classifications données en 4.1, un jeu d'échantillons additionnel doit être soumis à essai pour chaque classification. Les critères d'acceptation applicables sont les critères indiqués.
^l Pour un IC-CPD doté d'un fusible intégré non remplaçable, un deuxième jeu d'échantillons est exigé. Voir 9.9.2.1 f).

A.4 Nombre d'échantillons à soumettre à une procédure d'essai simplifiée en cas de présentation simultanée d'une série d'IC-CPD de même conception de base

A.4.1 Si une série d'IC-CPD de même conception de base ou une extension à une telle série d'IC-CPD est présentée pour l'évaluation de conformité, le nombre d'échantillons à soumettre à essai peut être réduit suivant le Tableau A.3.

NOTE Pour les besoins de l'Annexe A, la même conception de base contient une série de courants assignés (I_n) et une série de courants différentiels de fonctionnement assignés ($I_{\Delta n}$).

Des IC-CPD peuvent être considérés comme étant de même conception de base si les conditions a) à j) incluses sont satisfaites.

- a) Elles dérivent du même modèle fondamental, en particulier:
 - il ne doit pas y avoir d'IC-CPD protégés par fusible et d'IC-CPD non protégés par fusibles dans la même famille.
- b) Les moyens d'exploitation du courant résiduel doivent avoir des mécanismes de déclenchement identiques et des relais ou solénoïdes identiques à l'exception des variations permises en l) et en m).
- c) Les matériaux, finitions et dimensions des parties intérieures transportant du courant sont identiques à l'exception des variations permises en k) ci-dessous.
- d) La taille, la matière, la configuration et la méthode de fixation des contacts sont identiques.
- e) Le mécanisme d'exploitation manuelle, les matériaux et les caractéristiques physiques sont identiques.
- f) Le moulage et les matériaux isolants sont identiques.
- g) La méthode, les matériaux et la construction du dispositif d'extinction d'arc sont identiques.
- h) La conception de base de l'appareil de détection de courant différentiel est identique à l'exception des variations permises en l) et m) ci-dessous.
- i) La conception de base de l'appareil de déclenchement sur courant différentiel est identique à l'exception des variations permises en m) ci-dessous.
- j) La conception de base de l'appareil d'essai, le cas échéant, est identique à l'exception des variations permises en n) ci-dessous.

Les variations suivantes sont autorisées sous réserve que les IC-CPD satisfassent à tout autre point de vue aux exigences détaillées ci-dessus.

- k) Section des connexions internes transportant du courant.
- l) Nombre de spires et section des enroulements et la taille et le matériau du noyau du transformateur différentiel.
- m) La sensibilité du relais et/ou le circuit électronique associé, le cas échéant.

A.4.2 Pour les IC-CPD de même conception de base, avec des valeurs différentes de courant assigné et de courant différentiel assigné, le nombre d'échantillons à soumettre à essai peut être réduit selon le Tableau A.3.

Tableau A.3 – Réduction du nombre d'échantillons

Séquence d'essai	Nombre d'échantillons a	
A	1	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
B	3	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
C ₁	3	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
C ₂ ou C ₃	3	toute caractéristique assignée I_n ou $I_{\Delta n}$
D ₀ + D ₁	3	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
D ₀	1	pour toutes les autres caractéristiques assignées de $I_{\Delta n}$
E	3	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
F	3 3 ^b	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$ caractéristique assignée min. I_n caractéristique assignée max. $I_{\Delta n}$
G	3	caractéristique assignée max. I_n caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$
H	3 ° toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
I	3 ° toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
J	3 ° toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
K	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
L	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
M	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
N	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
O	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
P	3 toute caractéristique assignée I_n , caractéristique assignée min. $I_{\Delta n}$	
a Si un essai doit être recommencé selon le critère de performance minimal de l'Article A.3, un nouveau jeu d'échantillons est utilisé pour l'essai correspondant. Lorsque l'essai est recommencé, tous les résultats d'essai doivent être satisfaisants.		
b Si seulement une valeur de $I_{\Delta n}$ est présentée, ces jeux d'échantillons ne sont pas exigés.		
c Uniquement le nombre de voies de courant le plus élevé.		

Annexe B (normative)

Essais individuels de série

En général, il peut être nécessaire d'effectuer des essais pour s'assurer que l'IC-CPD est conforme aux échantillons qui ont satisfait aux essais de la présente Norme, selon l'expérience acquise par le fabricant.

Le choix des essais pertinents est laissé au fabricant.

Annexe C (normative)

Détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite

C.1 Vue d'ensemble

Il est recommandé de prendre en considération les points suivants pour la détermination des distances d'isolement et des lignes de fuite.

C.2 Orientation et position d'une ligne de fuite

Si nécessaire, le fabricant doit indiquer l'orientation prévue du matériel ou du composant afin que les lignes de fuite ne soient pas perturbées par une accumulation de pollution alors qu'elles n'ont pas été conçues pour y résister.

C.3 Lignes de fuite lorsque plusieurs matériaux sont utilisés

Une ligne de fuite peut être découpée en plusieurs portions de matériaux différents et/ou avoir des degrés de pollution différents selon que l'une des lignes de fuite est dimensionnée pour résister à la tension totale ou que la ligne de fuite totale est dimensionnée en fonction du matériau ayant l'IRC le plus faible.

C.4 Lignes de fuite coupées par une partie conductrice flottante

Une ligne de fuite peut être découpée en plusieurs parties, réalisées dans des matériaux isolants ayant le même IRC, comprenant ou séparées par des conducteurs flottants, dans la mesure où la somme des distances de traversée de chacune de ces parties est supérieure ou égale à la ligne de fuite qui serait exigée si la partie flottante n'existait pas.

La distance minimale X pour chaque partie individuelle de la ligne de fuite est donnée en 6.2 (voir également l'exemple 11) de l'IEC 60664-1:2007.

C.5 Mesures des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air

Pour la détermination des lignes de fuite selon l'IEC 60664-1, la dimension X , spécifiée dans les exemples suivants, a une valeur minimale de 1,0 mm pour le degré de pollution 2.

Si la distance d'isolement associée est inférieure à 3 mm, la dimension minimale X peut être réduite à un tiers de cette distance d'isolement.

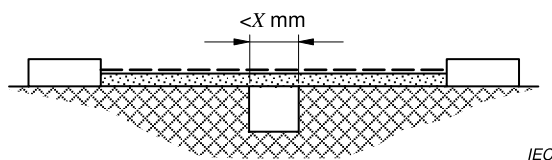
Les méthodes de mesure des lignes de fuite et des distances d'isolement sont indiquées dans les exemples suivants 1 à 11. Ces cas ne font pas la distinction entre les espaces et les rainures, ni entre les différents types d'isollements.

Les hypothèses suivantes sont prises en compte:

- tout évidemment est supposé être ponté par une liaison isolante ayant une longueur égale à la largeur X spécifiée et étant placée dans la position la plus défavorable (voir exemple 3);
- lorsque la distance à travers une rainure est supérieure ou égale à la largeur X spécifiée, la ligne de fuite est mesurée le long des profils de la rainure (voir exemple 2);

- les lignes de fuite et les distances d'isolement mesurées entre les parties qui peuvent supposer différentes positions les unes par rapport aux autres, sont mesurées lorsque ces parties sont dans leur position la plus défavorable.

– Exemple 1

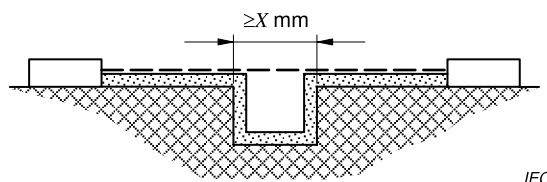


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend une rainure à flancs parallèles ou convergents, de profondeur quelconque et de largeur inférieure à X mm.

Règle: la ligne de fuite et la distance d'isolement sont mesurées directement à travers la rainure comme représenté.

— — — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 2

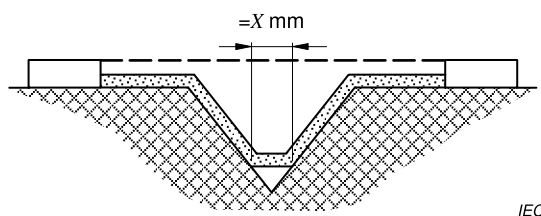


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend une rainure à flancs parallèles de profondeur quelconque et de largeur supérieure ou égale à X mm.

Règle: la distance d'isolement est la distance «en ligne droite». Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la rainure.

— — — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 3

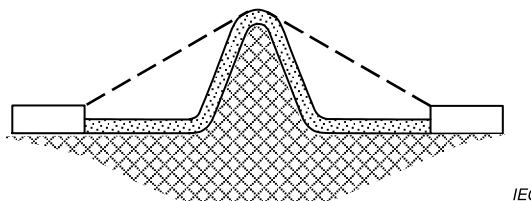


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend une rainure en V dont la largeur est supérieure à X mm.

Règle: la distance d'isolement est la distance «en ligne droite». Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la rainure mais «court-circuite» le bas de la rainure par un tronçon de X mm.

— — — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 4

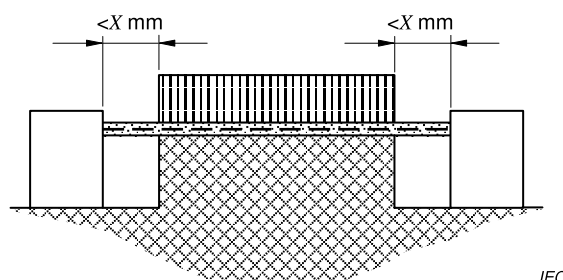


Condition: Le chemin de ligne de fuite considéré comprend une nervure.

Règle: la distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la nervure. Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil de la nervure.

— — — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 5

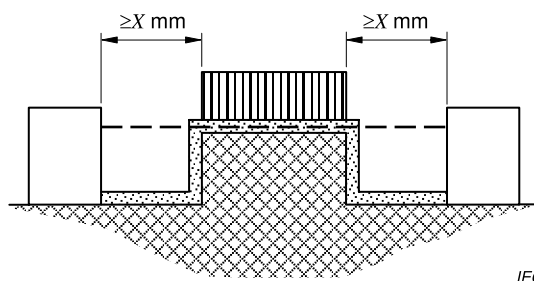


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur inférieure à X mm de chaque côté.

Règle: le cheminement de la ligne de fuite et de la distance d'isolement est la distance «en ligne droite» indiquée ci-dessus

— — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 6

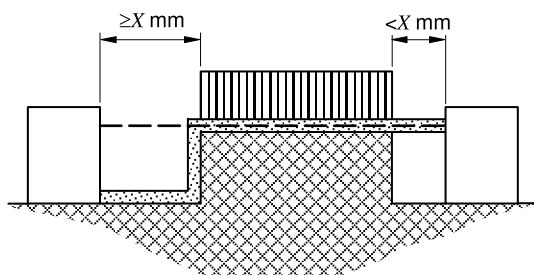


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend deux parties non collées avec des rainures de largeur supérieure ou égale à X mm de chaque côté.

Règle: la distance d'isolement est la distance «en ligne droite». Le cheminement de la ligne de fuite longe le profil des rainures.

— — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 7

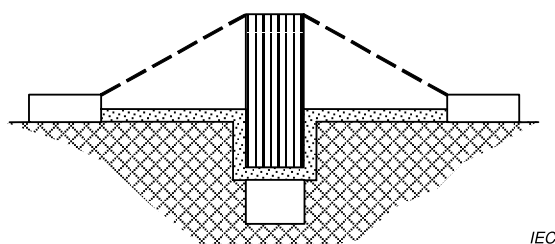


Condition: Le chemin de ligne de fuite à l'étude comprend deux parties non collées avec, d'un côté, une rainure de largeur inférieure à X mm et de l'autre côté, une rainure de largeur supérieure ou égale à X mm.

Règle: les cheminements de la distance d'isolement et de la ligne de fuite sont ceux indiqués ci-dessus

— — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

- Exemple 8

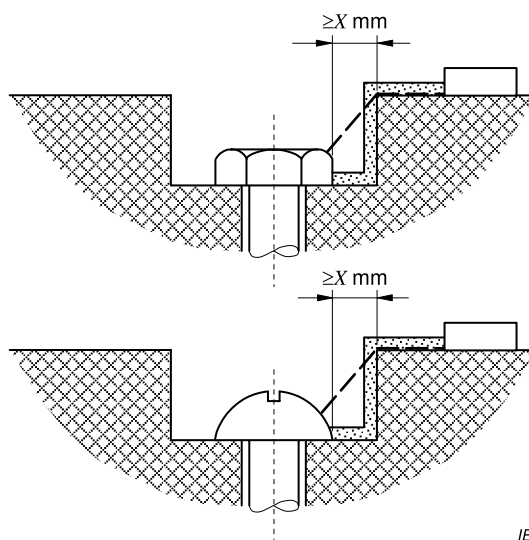


IEC

Condition: La ligne de fuite entre les deux parties non collées est inférieure à la ligne de fuite par-dessus la barrière.
 Règle: la distance d'isolement est le chemin dans l'air le plus court par-dessus le sommet de la barrière.

— — — — 1 Distance d'isolement  2 Ligne de fuite

- Exemple 9

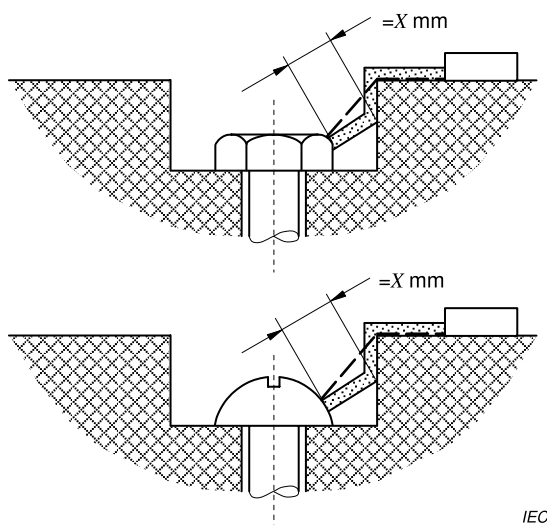


IEC

L'espace entre la tête de la vis et la paroi de l'évidement est assez large pour être pris en compte.

— — — — 1 Distance d'isolement  2 Ligne de fuite

– Exemple 10

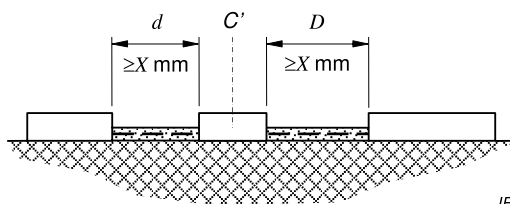


IEC

L'espace entre la tête de la vis et la paroi de l'évidement est trop faible pour être pris en compte.
La mesure de la ligne de fuite s'effectue de la vis à la paroi quand la distance est égale à X mm.

— — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

– Exemple 11



IEC

La distance d'isolement correspond à $d + D$
La ligne de fuite correspond également à $d + D$
 C' partie flottante

— — — — 1 Distance d'isolement 2 Ligne de fuite

Annexe D (informative)

Application avec conducteur de protection commuté

D.1 Explications relatives à la fonction et à l'application «conducteur de protection commuté» (PES)

Les IC-CPD pour des usages spéciaux sont couverts par la présente Norme. Les IC-CPD conformes aux classifications données en 3.3.3.11, 3.3.3.12 et 3.3.3.13 ont un sectionnement du conducteur de protection (PES) et offrent une protection supplémentaire contre certaines situations dangereuses.

Les PCDM pour usage domestique et analogue sont couverts par l'IEC 61540.

Pour l'alimentation des VE en mode 2 selon l'IEC 61851-1, un IC-CPD offre une protection supplémentaire en l'absence de vérification de la conformité du câblage de l'alimentation ou de l'existence d'un DDR fonctionnel avec un courant différentiel de fonctionnement assigné ne dépassant pas 0,03 A en amont.

Le PES assure que si le conducteur de protection est sous tension, l'unité PES ne peut pas être fermée ou est déconnectée en cas de présence de courant différentiel. En l'absence de sectionnement du conducteur de protection, un conducteur de protection sous tension pourrait alors rester connecté aux parties métalliques d'un équipement de classe I. Une personne en contact avec un conducteur de protection sous tension restera connectée.

Il convient que le circuit du conducteur de protection d'un IC-CPD ait une intégrité élevée. Les essais du circuit du conducteur de protection pour l'échauffement et la tenue au court-circuit sont inclus pour assurer cette intégrité élevée.

L'IEC 60364 exige que le conducteur de protection d'une installation ne puisse pas être sectionné. Cela assure que les équipements de classe 1 sont toujours connectés au conducteur de protection et donc mis à la terre lorsqu'ils sont utilisés. L'ouverture du conducteur de protection d'un équipement de classe I alimenté par une fiche se produit chaque fois que la fiche est débranchée. Le circuit de conducteur de protection d'un IC-CPD est également ouvert avant le branchement. Les contacts de phase et de neutre sont reliés au contact du conducteur de protection et ne peuvent se fermer qu'à la condition que le contact du conducteur de protection se ferme lui aussi. Lors du raccordement à l'alimentation, si les conditions d'alimentation permettent à l'IC-CPD de se fermer, les contacts du conducteur de protection, de la phase et du neutre se ferment tous pratiquement en même temps. L'intégrité du conducteur de protection d'un équipement de classe I, lorsque ce dernier est alimenté à partir d'un IC-CPD, est la même que lorsqu'il est alimenté à partir d'un PCDM de type IEC 61540, ou à partir d'une fiche normale. Par conséquent, un équipement de classe I alimenté par l'IC-CPD a son conducteur de protection connecté et donc mis à la terre lorsqu'il est utilisé.

Le Tableau 14 et le Tableau 15 incluent les essais exigés pour les unités PES. Ils incluent des essais en cas de conducteur de protection sous tension, donc dangereux (avec des inversions d'alimentation phase et neutre), avec neutre en circuit ouvert et conducteur de protection en circuit ouvert.

Dans certains pays une inversion de la polarité de l'alimentation phase et neutre est considérée comme dangereuse si la phase n'est pas sectionnée de façon correcte. Un circuit de terre ouvert est considéré comme une perte de protection fondamentale pour des équipements de classe I. Une perte de l'alimentation du neutre peut aussi être considérée comme un danger et est couverte par les essais fonctionnels des IC-CPD.

Un conducteur de protection sous tension, donc dangereux, est défini en 3.3.3.18 de la présente Norme. Il peut être causé par une alimentation incorrecte s'il y a un câblage incorrect de la fiche.

Des exemples de conditions dangereuses communes sont donnés à la Figure D.1 et à la Figure D.2.

Le résultat des essais assure que l'IC-CPD procure une protection supplémentaire contre les défauts de câblage incorrect et que la fonction de courant différentiel résiduel n'est pas altérée par un courant différentiel passant par n'importe quel conducteur sous tension.

L'IC-CPD peut détecter un conducteur de protection sous tension, mais dans certains cas (par ex. NLL) une fermeture peut se produire. Dans un cas aussi rare que celui-ci, il est impératif que l'IC-CPD fonctionne encore avec un courant résiduel. Il en résulte que le conducteur de protection peut passer à travers le tore. Un autre résultat est que lorsqu'un courant provenant d'une source externe ne passe que dans le conducteur de protection, alors l'unité PES peut déclencher. Cela est considéré comme un résultat acceptable. L'acceptation du conducteur de protection à travers le tore de détection a résolu beaucoup de difficultés dans la reconnaissance de certains défauts et fournit à l'IC-CPD la capacité de reconnaître des courants résiduels peu sûrs dans tous les conducteurs sous tension.

Le risque d'un courant provenant d'une source externe qui passe seul dans le circuit du conducteur de protection a été évalué. Pour les applications couvertes par la présente Norme, cela est considéré comme improbable et constitue un risque réduit.

D.2 Exemples de câblages d'alimentation incorrects

Au-dessus de chaque schéma ci-dessous sont données en forme abrégée les conclusions de l'analyse de l'effet des configurations mal câblées.

Selon la légende suivante (les mentions évidentes telles que N ouvert et PE ouvert sont omises):

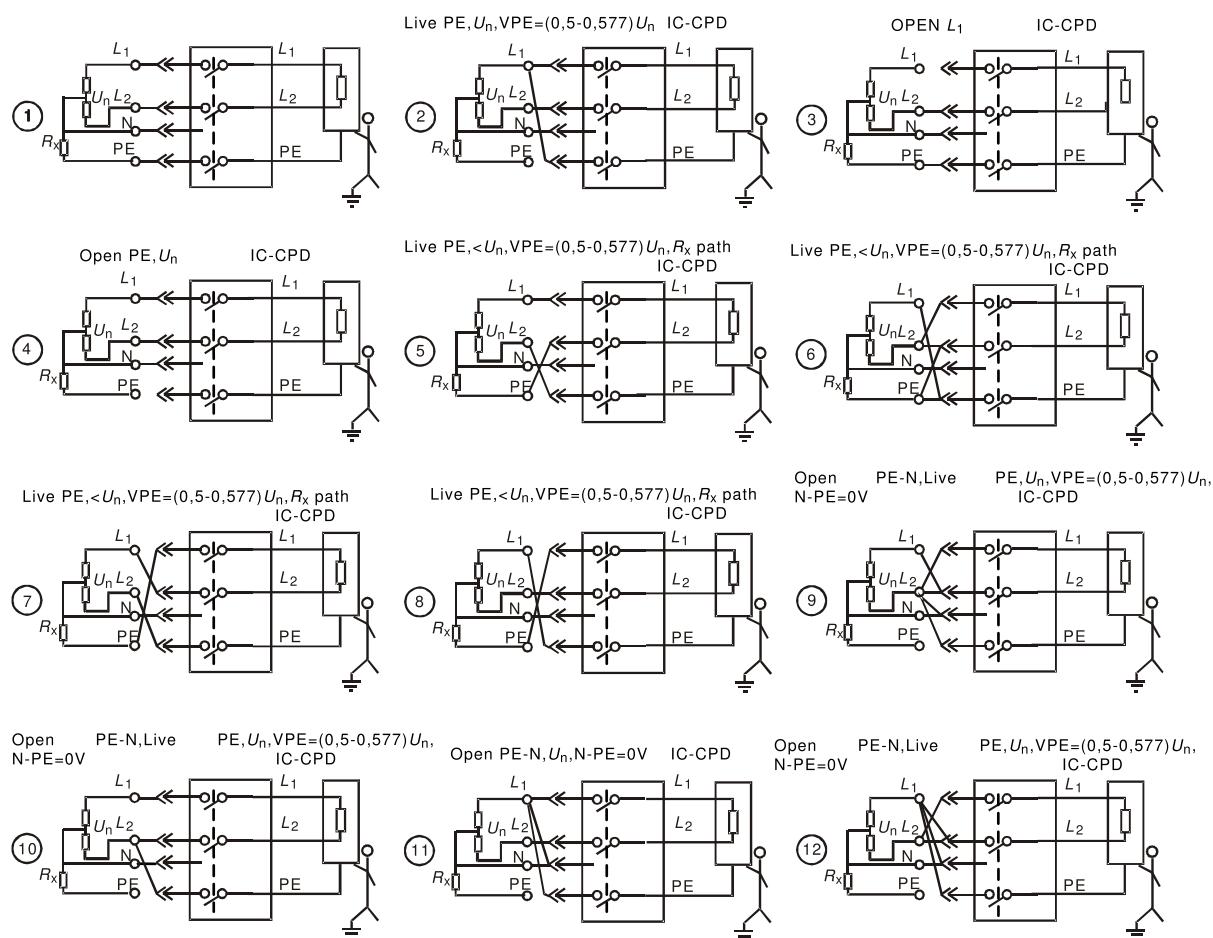
- a) $<U_e$: = tension d'alimentation réduite de l'IC-CPD.
- b) Pour les types LLSE soumis à une configuration d'alimentation, typiquement 0,5 pour les monophasés, 0,577 pour les biphasés: $U_e(0,5 \text{ ou } 0,577)$.
- c) Pour les types LNSE soumis à la voie R_x : rapport entre l'impédance de charge (R_L) et l'impédance de retour boucle de terre (R_x): $U_e (R_L / (R_L + R_x))$.

NOTE En considérant par exemple la valeur $R_x = 200 \Omega$ pour l'inversion entre le neutre et le conducteur de protection, avec un courant de charge de 15 A, presque toute la tension d'alimentation de l'IC-CPD serait perdue. L'essai donné en 9.14 couvre cette situation.

Voie R_x : (pour les systèmes à régime de neutre TT) = impédance de boucle de terre (R_x) en série avec l'impédance de charge.

N – PE = 0 V: = neutre (N) et conducteur de protection (PE) connectés ensemble.

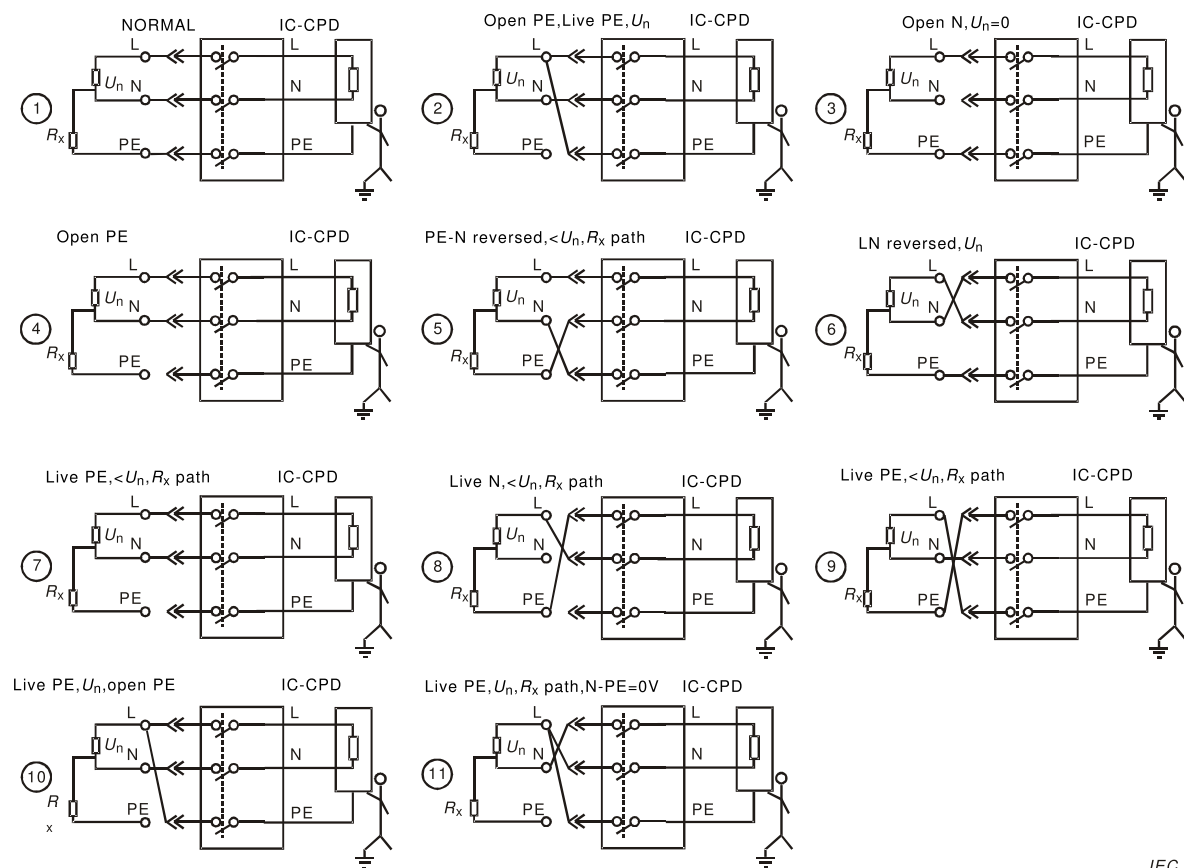
Conducteur de protection sous tension: le conducteur de protection est connecté à un conducteur d'alimentation sous tension.



Anglais	Français
Live	Sous tension
Open	Ouvert
Path	Voie

NOTE R_x (200 Ω max.) est illustrée pour les systèmes à régime de neutre TT.

Figure D.1 – Exemples de câblages d'alimentation incorrects pour les types LLSE



IEC

Anglais	Français
Normal	Normal
Live	Sous tension
Open	Ouvert
reversed	inversés
Path	Voie

NOTE R_x (200 Ω max.) est illustrée pour les systèmes à régime de neutre TT.

Figure D.2 – Exemples de câblages d'alimentation incorrects pour les types LNSE

Annexe E
(informative)

Exemple d'IC-CPD pour la charge en mode 2

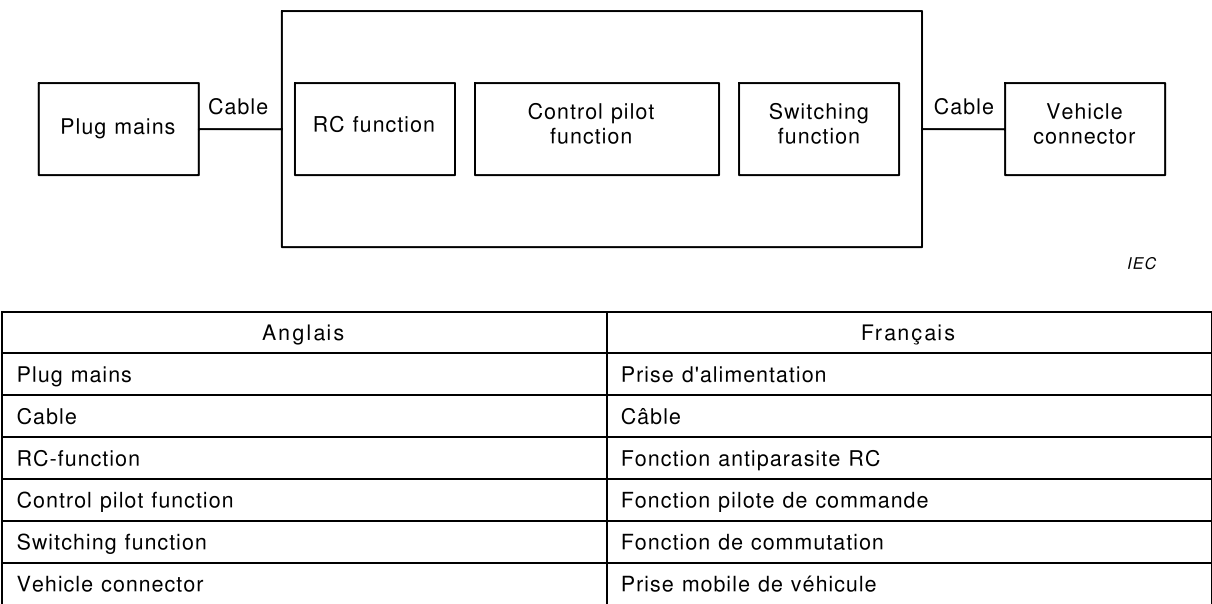


Figure E.1 – Exemple d'IC-CPD montrant les différentes parties et fonctions

Annexe F (informative)

Types d'IC-CPD du point de vue de la construction et de l'assemblage

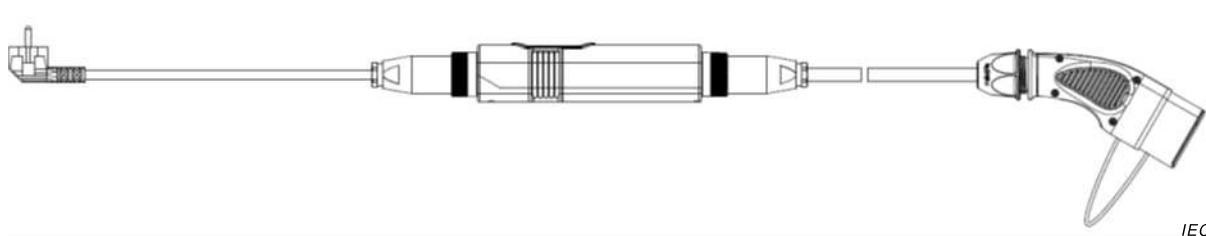


Figure F.1 – Exemple d'IC-CPD avec boîtier de fonctions, câbles, fiche et prise mobile, conformément à 4.2.2



Figure F.2 – Exemple de boîtier de fonctions intégré à la fiche, conformément à 4.2.3

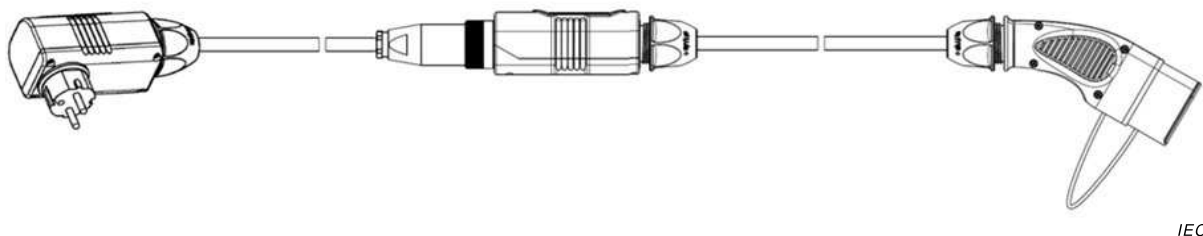


Figure F.3 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément à 4.2.4a)

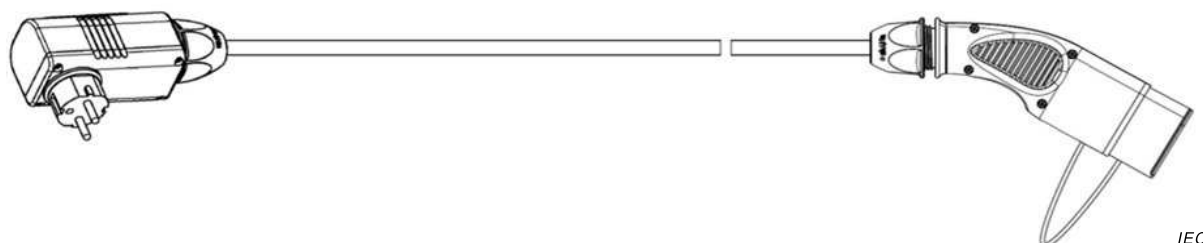


Figure F.4 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément à 4.2.4b)

Annexe G (informative)

Méthodes de détermination du facteur de puissance en court-circuit

G.1 Présentation

Il n'existe pas de méthode uniforme grâce à laquelle le facteur de puissance en court-circuit peut être déterminé avec précision. L'Annexe G donne deux exemples de méthodes acceptables.

G.2 Méthode I – Détermination à partir des composantes continues

L'angle φ peut être déterminé à partir de la courbe de la composante continue de l'onde de courant asymétrique entre l'instant de court-circuit et l'instant de séparation des contacts.

La formule pour la composante continue est la suivante:

$$I_d = I_{do} \times e^{-Rt/L}$$

où

- I_d est la valeur des composantes continues à l'instant t ;
- I_{do} est la valeur de la composante continue à l'instant considéré comme origine;
- L/R est la constante de temps du circuit, exprimée en secondes;
- t est le temps, exprimé en secondes, considéré à partir de l'instant initial;
- e est la base des logarithmes népériens.

A partir de la formule ci-dessus, la constante de temps L/R peut être estimée de la manière suivante:

- a) mesurer la valeur de I_{do} à l'instant du court-circuit et la valeur de I_d à un autre instant t avant la séparation des contacts;
- b) déterminer la valeur de $e^{-Rt/L}$ en divisant I_d par I_{do} ;
- c) à partir d'une table de valeurs de e^{-x} , déterminer la valeur de $-x$ correspondant au rapport I_d/I_{do} ;
- d) x représente la valeur de Rt/L d'où L/R est obtenu.

Déterminer l'angle:

$$\varphi = \arctan \omega L/R$$

où ω est égal à 2π multiplié par la fréquence réelle.

Il convient de ne pas utiliser cette méthode lorsque les courants sont mesurés par des transformateurs de courant.

G.3 Méthode II – Détermination avec un générateur pilote

Lorsqu'un générateur pilote est utilisé sur le même axe que le générateur d'essai, la phase de la tension du générateur pilote sur l'oscilloscope peut être comparée tout d'abord avec celle de la tension du générateur d'essai, puis avec celle du courant du générateur d'essai.

L'angle de déphasage observé entre la tension du générateur pilote et la tension du générateur principal d'une part, et entre la tension du générateur pilote et le courant du générateur d'essai d'autre part, donne l'angle de déphasage entre la tension et le courant du générateur d'essai, à partir duquel le facteur de puissance peut être déterminé.

Bibliographie

IEC 60050-441:1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 441: Appareillage et fusibles*

IEC 60050-604:1987, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 604: Production, transport et distribution de l'énergie électrique – Exploitation*
IEC 60050-604:1987/AMD 1:1998

IEC 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60364 (toutes les parties), *Installations électriques à basse tension*

IEC 60364-7-722, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-722: Exigences pour les installations et emplacements spéciaux – Alimentation des véhicules électriques*

IEC TR 60755:2008, *Exigences générales pour les dispositifs de protection à courant différentiel résiduel*

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

IEC 60479 (toutes les parties), *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques*

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 62335:2008, *Disjoncteurs – Dispositifs différentiels mobiles avec sectionnement du conducteur de protection incorporé – Destinés aux matériels de classe I des véhicules électriques à batteries*

IEC 62423:2009, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel de type B et de type F avec et sans protection contre les surintensités incorporée pour usages domestiques et analogues*

Guide IEC 117, *Electrotechnical equipment – Temperatures of touchable hot surfaces* (disponible en anglais seulement)

ISO 16750-3:2012, *Véhicules routiers – Spécifications d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique – Partie 3: Contraintes mécaniques*

ISO 16750-4:2010, *Véhicules routiers – Spécifications d'environnement et essais de l'équipement électrique et électronique – Partie 4: Contraintes climatiques*

ASTM D785-08, *Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials* (disponible en anglais seulement)

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch