



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 μ s/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^2t 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*

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	Enumération 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 μ s/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^2t 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*