



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.50

ISBN 978-2-8322-8434-6

**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	16
3.2 Terms and definitions relating to terminals.....	18
3.3 Terms and definitions relating to residual current functions	18
3.3.1 Terms and definitions relating to currents flowing from live parts to earth.....	18
3.3.2 Terms and definitions relating to the energization of the residual current function	19
3.3.3 Terms and definitions relating to the operation and to the functions of the IC-CPD	19
3.3.4 Terms and definitions relating to values and ranges of energizing quantities.....	21
3.3.5 Terms and definitions relating to values and ranges of influencing quantities.....	23
3.3.6 Terms and definitions relating to conditions of operation.....	23
3.3.7 Terms and definitions relating to control functions between electric vehicle and IC-CPD	23
3.4 Terms and definitions relating to tests.....	24
3.5 Terms and definitions relating to construction	24
4 Classification.....	24
4.1 According to the supply.....	24
4.1.1 General	24
4.1.2 IC-CPD supplied from one phase and neutral and from two phases (LNSE/LLSE or LNE/LLE).....	24
4.1.3 IC-CPD supplied from three phases and neutral (LLLNSE or LLLNE).....	25
4.2 According to the construction.....	25
4.2.1 General	25
4.2.2 IC-CPD including the function box separated from the plug and vehicle connector	25
4.2.3 Modular IC-CPD	25
4.3 According to the method of connecting the cable(s)	25
4.3.1 General	25
4.3.2 Non-rewirable IC-CPDs	25
4.3.3 IC-CPDs wired by the manufacturer.....	25
4.3.4 Pluggable IC-CPD	25
4.4 Classification according to the protective conductor path	26
4.4.1 General	26
4.4.2 IC-CPDs with switched protective conductor.....	26
4.4.3 IC-CPDs with non-switched protective conductor	26
4.5 Classification according to the verification of availability of the upstream protective conductor	26
4.5.1 General	26
4.5.2 IC-CPD with verification of the availability of the upstream protective conductor	26

4.5.3	IC-CPD without verification of the availability of the upstream protective conductor	26
4.6	Classification according to the usage	26
4.6.1	IC-CPD for portable use	26
4.6.2	IC-CPD for wall mounting	26
4.6.3	IC-CPD for portable use and for wall mounting	26
5	Characteristics of IC-CPDs	27
5.1	Summary of characteristics	27
5.2	Rated quantities and other characteristics	27
5.2.1	Rated voltages	27
5.2.2	Rated current (I_n)	27
5.2.3	Rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	28
5.2.4	Rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	28
5.2.5	Rated frequency	28
5.2.6	Rated making and breaking capacity (I_m)	28
5.2.7	Rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	28
5.2.8	Operating characteristics in case of residual currents comprising a DC component	28
5.2.9	Insulation coordination including creepage distances and clearances	28
5.2.10	Coordination with short-circuit protection devices (SCPDs)	28
5.3	Standard and preferred values	29
5.3.1	Preferred values of rated operational voltage (U_e)	29
5.3.2	Preferred values of rated current (I_n)	29
5.3.3	Standard values of rated residual operating current ($I_{\Delta n}$)	29
5.3.4	Standard value of rated residual non-operating current ($I_{\Delta no}$)	30
5.3.5	Standard minimum value of the non-operating overcurrent through the IC-CPD	30
5.3.6	Preferred values of rated frequency	30
5.3.7	Minimum value of the rated making and breaking capacity (I_m)	30
5.3.8	Minimum value of the rated residual making and breaking capacity ($I_{\Delta m}$)	30
5.3.9	Standard value of the rated conditional short-circuit current (I_{nc})	30
5.3.10	Standard value of the rated conditional residual short-circuit current ($I_{\Delta c}$)	30
5.3.11	Limit values of break time	30
6	Marking and other product information	31
6.1	Data to be marked on the IC-CPD	31
6.2	Information to be provided to the end-user	33
7	Standard conditions for operation in service and for installation	33
7.1	Standard conditions	33
7.2	Conditions for installations	34
8	Requirements for construction and operation	34
8.1	Mechanical design	34
8.2	Pluggable electrical connections of pluggable IC-CPDs according to 4.3.4	35
8.2.1	General	35
8.2.2	Degree of protection of pluggable electrical connection against solid foreign objects and against water for pluggable IC-CPD	36

8.2.3	Breaking capacity of pluggable electrical connection for pluggable IC-CPD	36
8.3	Construction	37
8.3.1	General	37
8.3.2	Terminations of IC-CPDs	38
8.3.3	Enclosure of IC-CPDs according to 4.3.3	38
8.3.4	Terminal screws or nuts of IC-CPDs according to 4.3.3	38
8.3.5	Strain on the conductors of IC-CPDs according to 4.3.3	38
8.3.6	Additional requirements for IC-CPDs according to 4.3.3.....	39
8.3.7	Insulating parts which retain live parts in position	39
8.3.8	Screws for IC-CPD according to 4.3.3.....	39
8.3.9	Means for suspension from a wall or other mounting surfaces	39
8.3.10	Plug as an integral part of direct plug-in equipment	39
8.3.11	Flexible cables and cords and their connection	40
8.4	Electrical performance	40
8.4.1	Protective conductor path	40
8.4.2	Contact mechanism	41
8.4.3	Clearances and creepage distances (see Annex C)	41
8.5	Protection against electric shock.....	44
8.5.1	General	44
8.5.2	Requirements relating to plugs, whether incorporated or not in integral items	44
8.5.3	Degree of protection of the function box	44
8.5.4	Requirements relating to vehicle connectors.....	45
8.6	Dielectric properties.....	45
8.7	Temperature rise	45
8.8	Operating characteristics	45
8.8.1	General	45
8.8.2	Safe connection operating characteristics.....	46
8.8.3	Operating characteristics with AC residual currents and residual currents having a DC component.....	46
8.8.4	Operating characteristics with smooth DC residual current	46
8.8.5	Behaviour of the IC-CPD after a residual current operation.....	46
8.8.6	Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases	46
8.8.7	Residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases.....	47
8.9	Mechanical and electrical endurance	47
8.10	Performance at short-circuit currents	47
8.11	Resistance to mechanical shock and impact	47
8.12	Resistance to heat	47
8.13	Resistance to abnormal heat and to fire	47
8.14	Performance of the test function	48
8.15	Behaviour in the event of loss of the supply voltage.....	48
8.16	Resistance of IC-CPDs against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages.....	48
8.17	Control pilot function controller	48
8.18	Reliability.....	49
8.19	Resistance to tracking.....	49
8.20	Electromagnetic compatibility (EMC).....	49

8.21	Behaviour of the IC-CPD at low ambient air temperature.....	49
8.22	Operation with supply failure and hazardous live protective conductor conditions	49
8.23	Verification of a standing current in the protective conductor in normal service	49
8.24	Behaviour at specific environmental conditions	50
8.25	Resistance to vibration and shock.....	50
9	Tests	50
9.1	General.....	50
9.1.1	Opening and closing of contacts	50
9.1.2	Type tests.....	50
9.1.3	Test sequences	51
9.1.4	Routine tests	52
9.2	Test conditions	52
9.3	Test of indelibility of marking	52
9.4	Verification of protection against electric shock.....	53
9.5	Test of dielectric properties.....	53
9.5.1	Resistance to humidity.....	53
9.5.2	Insulation resistance of the main circuit	54
9.5.3	Dielectric strength of the main circuit	55
9.5.4	Secondary circuit of detection transformers	55
9.5.5	Verification of impulse withstand voltages (across clearances and across solid insulation) and of leakage current across open contacts.....	55
9.6	Temperature-rise test.....	58
9.6.1	Test conditions	58
9.6.2	Test procedure	59
9.6.3	Measurement of the temperature rise of different parts	59
9.6.4	Temperature rise of a part	59
9.7	Verification of the operating characteristics.....	59
9.7.1	Test circuit.....	59
9.7.2	Residual sinusoidal alternating currents tests	60
9.7.3	Verification of the correct operation with residual currents having a DC component.....	62
9.7.4	Verification of behaviour in the event of composite residual current	63
9.7.5	Verification of the correct operation in the event of smooth DC residual current.....	65
9.7.6	Miswiring and supply failure tests	65
9.7.7	Verification of protective conductor contact behaviour	69
9.7.8	Verification that the protective conductor is connected to the electric vehicle.....	69
9.7.9	Verification of standing current in the protective conductor connection in normal service	70
9.7.10	Verification of the correct operation in the event of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases.....	70
9.7.11	Verification of the correct operation in case of residual direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases.....	70
9.8	Verification of mechanical and electrical endurance	71
9.8.1	Endurance of plug and vehicle connector part	71
9.8.2	Endurance of the residual current function of the IC-CPD	71
9.9	Verification of the behaviour of the IC-CPD under overcurrent conditions.....	73

9.9.1	List of the overcurrent tests	73
9.9.2	Short-circuit tests	73
9.9.3	Verification of the making and breaking capacity of the plug of the IC-CPD	78
9.10	Verification of resistance to mechanical shock and impact	78
9.10.1	General	78
9.10.2	Drop test	79
9.10.3	Test for screwed glands of IC-CPDs	79
9.10.4	Mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords	80
9.10.5	Mechanical impact test and shock test.....	80
9.11	Test of resistance to heat.....	80
9.11.1	General	80
9.11.2	Temperature test in heating cabinet.....	80
9.11.3	Ball pressure test for insulating material necessary to retain in position current-carrying parts	81
9.11.4	Ball pressure test for insulating material not necessary to retain in position current-carrying parts	81
9.12	Resistance of insulating material to abnormal heat and to fire.....	82
9.13	Verification of the self-test	83
9.13.1	Test conditions	83
9.13.2	Verification of the self-test with IC-CPD in normal operation	83
9.13.3	Verification of the self-test with simulated welded contacts of IC-CPD	83
9.14	Verification of the behaviour of IC-CPDs in the event of loss of the supply voltage.....	84
9.14.1	Verification of correct operation at the minimum operating voltage (U_X).....	84
9.14.2	Verification of the automatic opening in the event of loss of the supply voltage	84
9.14.3	Verification of the reclosing function	84
9.15	Verification of the limiting values of the non-operating current under overcurrent conditions.....	85
9.16	Verification of resistance against unwanted tripping due to surge currents to earth resulting from impulse voltages.....	85
9.17	Verification of reliability.....	85
9.17.1	Climatic test.....	85
9.17.2	Test at a temperature of 45 °C.....	87
9.18	Resistance to ageing	87
9.19	Resistance to tracking.....	88
9.20	Test on pins provided with insulating sleeves.....	88
9.21	Verification of the effects of strain on the conductors	89
9.22	Checking of the torque exerted by IC-CPDs on fixed socket-outlets	89
9.23	Tests of the cord anchorage.....	89
9.24	Flexing test of non-rewirable IC-CPDs	90
9.25	Verification of the electromagnetic compatibility (EMC).....	91
9.25.1	Emission.....	91
9.25.2	Immunity.....	91
9.26	Tests replacing verifications of creepage distances and clearances	93
9.26.1	General	93
9.26.2	Abnormal conditions	93
9.26.3	Temperature rise resulting from fault conditions	93
9.27	Verifications for single electronic components used in IC-CPDs.....	96

9.27.1	General	96
9.27.2	Capacitors	96
9.27.3	Resistors and inductors	96
9.28	Chemical loads	96
9.29	Heat test under solar radiation	96
9.30	Resistance to ultra-violet (UV) radiation	97
9.31	Damp and salt mist test for marine and coastal environments	97
9.31.1	Test for external metallic parts only	97
9.31.2	Test criteria	98
9.32	Vehicle drive-over	98
9.32.1	General	98
9.32.2	Test at crushing force 5 000 N	98
9.32.3	Test at crushing force 11 000 N	98
9.32.4	Performance after the tests	98
9.33	Low storage temperature test	99
9.34	Vibration and shock test	99
9.35	Verification of insulating parts which keep live parts in position	100
9.36	Verification of the thermal control device	100
Annex A (normative) Test sequences and number of samples to be submitted for verification of conformity to this document		137
A.1	Verification of conformity	137
A.2	Test sequences	137
A.3	Number of samples to be submitted for full test procedure	139
A.4	Number of samples to be submitted for simplified test procedures in the case of submitting simultaneously a range of IC-CPDs of the same fundamental design	141
Annex B (normative) Routine tests		143
Annex C (normative) Determination of clearances and creepage distances		144
C.1	Overview	144
C.2	Orientation and location of a creepage distance	144
C.3	Creepage distances where more than one material is used	144
C.4	Creepage distances split by a floating conductive part	144
C.5	Measurement of creepage distances and clearances	144
Annex D (informative) Switched-protective conductor application		149
D.1	Explanation of switched-protective conductor (SPE) function and application	149
D.2	Examples of incorrect supply wiring	150
Annex E (informative) Example of IC-CPD for mode 2 charging		153
Annex F (informative) Types of IC-CPD according to construction and assembly		154
Annex G (informative) Methods for determination of short-circuit power factor		155
G.1	Overview	155
G.2	Method I – Determination from DC components	155
G.3	Method II – Determination with pilot generator	156
Bibliography		157
Figure 1 – Test circuit for the verification of operating characteristic (9.7.2)		102
Figure 2 – Verification of correct operation for hazardous live PE (see Table 14 and Table 15)		105
Figure 3 – Verification of temperature rise of the protective conductor		106

Figure 4 – Verification of open neutral for LNSE types, and open line for LLSE types	107
Figure 5 – Verification of a standing current in the protective conductor in normal service	108
Figure 6 – Test circuit for the verification of the making and breaking capacity and the short-circuit coordination with an SCPD (see 9.9.2)	111
Figure 7 – Standard test wire 1,0 mm	111
Figure 8 – Test circuit for the verification of the correct operation in the event of residual pulsating direct currents (see 9.7.3).....	113
Figure 9 – Test circuit for the verification of the correct operation in the event of residual pulsating direct currents superimposed by a smooth direct current (see 9.7.3.3).....	115
Figure 10 – Verification of open protective conductor (see 9.7.6.4)	116
Figure 11 – Arrangement for compression test for verification of protection against electric shock.....	117
Figure 12 – Ball-pressure test apparatus.....	117
Figure 13 – Test circuit for IC-CPD according to 4.1.2 to verify the correct operation in the event of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two phases	118
Figure 14 – Tests circuit for IC-CPD according to 4.1.3 to verify the correct operation in the event of residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from three phases.....	119
Figure 15 – Apparatus for testing the cord retention.....	120
Figure 16 – Apparatus for flexing test	121
Figure 17 – Arrangement for mechanical strength test on IC-CPDs provided with cords (9.10.4).....	121
Figure 18 – Stabilizing period for reliability test (9.17.1.3).....	122
Figure 19 – Reliability test cycle (9.17.1.3)	123
Figure 20 – Example for test circuit for verification of ageing of electronic components (9.18).....	124
Figure 21 – Current ring wave 0,5 μ s/100 kHz	124
Figure 22 – Example of test circuit for the verification of resistance to unwanted tripping	125
Figure 23 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of voltage (see 9.26.3 a).....	126
Figure 24 – Minimum creepage distances and clearances as a function of peak value of operating voltage (see 9.26.3 a)	127
Figure 25 – Test cycle for low temperature test.....	127
Figure 26 – Test circuit for verification of connection of protective conductor to the EV, according to 9.7.8	128
Figure 27 – Verification of correct operation in the event of smooth DC leakage current, according to 9.7.5	129
Figure 28 – Example of a test circuit for the verification of correct operation in the event of residual sinusoidal alternating currents composed of multi-frequency components	130
Figure 29 – Test circuit for endurance test according to 9.8	131
Figure 30 – The use of the IC-CPD	132
Figure 31 – Informative wave shape of inrush current for tests according to 9.8.2.....	132
Figure 32 – Standard test finger.....	133
Figure 33 – Small parts.....	134

Figure 34 – Test circuit for the verification of the self-test (9.13)	135
Figure 35 – Arrangement for verification of the thermal control device	136
Figure D.1 – Examples of incorrect supply wirings for LLSE types	151
Figure D.2 – Examples of incorrect supply wirings for LNSE types	152
Figure E.1 – Example for IC-CPD showing the different parts and functions.....	153
Figure F.1 – Example of IC-CPD including function box, cables, plug and connector in accordance with 4.2.2	154
Figure F.2 – Example of modular IC-CPD in accordance with 4.2.3 a).....	154
Figure F.3 – Example of modular IC-CPD in accordance with 4.2.3 b).....	154
Table 1 – Preferred values of rated current and corresponding preferred values of rated voltages	29
Table 2 – Limit values of break time for AC residual currents at rated frequency.....	30
Table 3 – Limit values of break time for smooth DC residual currents	31
Table 4 – Limit values of break time for residual pulsating direct currents which may result from rectifying circuits supplied from two or three phases.....	31
Table 5 – Standard conditions for operation in service	34
Table 6 – Minimum cross-sectional area of flexible cable or cord	40
Table 7 – Minimum clearances and creepage distances.....	42
Table 8 – Temperature-rise values.....	45
Table 9 – List of type tests	51
Table 10 – Test voltage for verification of impulse withstand voltage	57
Table 11 – Tripping current ranges for IC-CPDs in the event of pulsating DC current.....	62
Table 12 – Different frequency component values of test currents and starting current values ($I\Delta$) for verifying operation in the event of steady increased residual current.....	64
Table 13 – Operating current ranges for composite residual current.....	64
Table 14 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LNSE/LLSE and LNE/LE types.....	66
Table 15 – Supply failure and hazardous live protective conductor (PE) connections for test with reference to correct supply connections for LLLNSE and LLLNE types.....	67
Table 16 – Tests to verify the behaviour of IC-CPDs under overcurrent conditions.....	73
Table 17 – Minimum values of I^2t and I_p	74
Table 18 – List of tests of resistance to mechanical shock and impact	79
Table 19 – Torque applied to the spanner for the test	80
Table 20 – EMC immunity tests.....	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.....	138
Table A.2 – Number of samples to be submitted for full test procedure	140
Table A.3 – Reduction of number of samples	142

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

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

IEC 62752 has been prepared by subcommittee 23E: Circuit-breakers and similar equipment for household use, of IEC technical committee 23: Electrical accessories, in co-operation with ISO TC 22/SC 37 Electrically propelled vehicles. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2016, and Amendment 1:2018. This edition constitutes a technical revision.

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

- Subclause 8.3.1 revised to add requirements for a mandatory control device that detects the temperature of the current carrying parts in the household plug;
- Test requirements added in a new Subclause 9.36 for the temperature control device;
- Harmonization of EMC requirements with new edition of IEC 61543 and IEC 61851-21-2;
- General improvement of test and requirements.

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

Draft	Report on voting
23E/1342/FDIS	23E/1346/RVD

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

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

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

In this document, 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

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

INTRODUCTION

The essential purpose of this document is the 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 residual current device (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 document is to describe the relevant requirements for an in-cable control and protection device (IC-CPD) to be used for mode 2 charging.

This version of IEC 62752 covers also the content of the former IEC 62335.

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

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 document 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 document

- provides a control pilot function in accordance with IEC 61851-1:2017, Annex A;
- checks supply conditions and prevents charging in the event of supply faults under specified conditions;
- can have a switched protective conductor.

Residual currents with frequencies different from the rated frequency, DC residual currents and specific environmental situations are considered.

This document 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 document 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.

This document is applicable to IC-CPDs to be used in AC circuits only, with preferred values of rated frequency 50 Hz, 60 Hz or 50/60 Hz. IC-CPDs according to this document are not intended to be used for bidirectional or reverse power transfer, feeding back energy to the system for distribution of electricity.

This document is applicable to IC-CPDs having a rated residual operating current not exceeding 30 mA and which are intended to provide additional protection for the circuit downstream of the IC-CPD as it cannot be guaranteed that the upstream installation is equipped with an RCD rated $I_{\Delta n} \leq 30$ 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 applies. For industrial plugs IEC 60309-2 applies. For specific applications and areas non-interchangeable industrial plugs can be used. In this case IEC 60309-1 applies.

Plugs, connectors and cables which are part of the IC-CPD are tested according to relevant product standards.

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

The IC-CPD is not considered to be a protective device for use in fixed installations.

2 Normative references

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

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

IEC 60068-2-5:2018, *Environmental testing – Part 2-5: Tests – Test S: Simulated solar radiation at ground level and guidance for solar radiation testing and weathering*

IEC 60068-2-11, *Environmental testing – 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 3-4: Supporting documentation and guidance – Damp heat tests*

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

IEC 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 450/750 V*

IEC 60309-1:2021, *Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60309-2, *Plugs, fixed or portable socket-outlets and appliance inlets for industrial purposes – Part 2: Dimensional compatibility 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 60384-14:2023, *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: <https://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

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

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

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

IEC 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 60884-1:2022, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2014, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61439-7:2022, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicle charging stations*

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

IEC 61543:2022, *Residual current-operated protective devices (RCDs) for household and similar use – Electromagnetic compatibility*

IEC 61851-1:2017, *Electric vehicle conductive charging system – Part 1: General requirements*

IEC 62196 (all parts), *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles*

IEC 62196-1:2022, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 1: General requirements*

IEC 62262, *Degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (IK code)*

IEC 62368-1:2023, *Audio/video, information and communication technology equipment – Part 1: Safety requirements*

IEC 62893-3, *Charging cables for electric vehicles for rated voltages up to and including 0,6/1 kV – Part 3: Cables for AC charging according to modes 1, 2 and 3 of IEC 61851-1 of rated voltages up to and including 450/750 V*

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

ISO 178, *Plastics – Determination of flexural properties*

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

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 17409:2020, *Electrically propelled road vehicles – Conductive power transfer – Safety requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	169
INTRODUCTION.....	171
1 Domaine d'application	172
2 Références normatives	173
3 Termes et définitions	176
3.1 Termes et définitions relatifs aux fiches et aux socles	176
3.2 Termes et définitions relatifs aux bornes	177
3.3 Termes et définitions relatifs aux fonctions de courant différentiel résiduel	178
3.3.1 Termes et définitions relatifs aux courants circulant entre les parties actives et la terre	178
3.3.2 Termes et définitions relatifs à l'alimentation de la fonction de courant différentiel résiduel	178
3.3.3 Termes et définitions relatifs au fonctionnement et aux fonctions de l'IC-CPD	179
3.3.4 Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'alimentation	181
3.3.5 Termes et définitions relatifs aux valeurs et aux plages des grandeurs d'influence	182
3.3.6 Termes et définitions relatifs aux conditions de manœuvre	183
3.3.7 Termes et définitions relatifs aux fonctions de commande entre le véhicule électrique et l'IC-CPD	183
3.4 Termes et définitions relatifs aux essais.....	184
3.5 Termes et définitions relatifs à la construction	184
4 Classification	184
4.1 Selon l'alimentation.....	184
4.1.1 Généralités	184
4.1.2 IC-CPD alimentés entre une phase et le neutre et entre deux phases (LNSE/LLSE ou LNE/LLE)	184
4.1.3 IC-CPD alimentés entre trois phases et le neutre (LLLNSE ou LLLNE)	184
4.2 Selon la construction	184
4.2.1 Généralités	184
4.2.2 IC-CPD où le boîtier de fonctions est séparé de la fiche et de la prise mobile de véhicule	185
4.2.3 IC-CPD modulaire.....	185
4.3 Classification selon la méthode de raccordement du ou des câbles	185
4.3.1 Généralités	185
4.3.2 IC-CPD non démontables	185
4.3.3 IC-CPD câblés par le fabricant	185
4.3.4 IC-CPD enfichables	185
4.4 Classification selon la voie du conducteur de protection	185
4.4.1 Généralités	185
4.4.2 IC-CPD équipés d'un conducteur de protection commuté.....	185
4.4.3 IC-CPD équipés d'un conducteur de protection non commuté	186
4.5 Classification selon la vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont	186
4.5.1 Généralités	186
4.5.2 IC-CPD avec vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont	186

4.5.3	IC-CPD sans vérification de la disponibilité du conducteur de protection amont	186
4.6	Classification selon l'utilisation.....	186
4.6.1	IC-CPD pour utilisation mobile.....	186
4.6.2	IC-CPD pour montage mural.....	186
4.6.3	IC-CPD pour utilisation mobile et pour montage mural.....	186
5	Caractéristiques des IC-CPD	187
5.1	Récapitulatif des caractéristiques.....	187
5.2	Grandeurs assignées et autres caractéristiques	187
5.2.1	Tensions assignées	187
5.2.2	Courant assigné (I_n).....	188
5.2.3	Courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$).....	188
5.2.4	Courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$).....	188
5.2.5	Fréquence assignée	188
5.2.6	Pouvoir de fermeture et de coupure assigné (I_m)	188
5.2.7	Pouvoir de fermeture et de coupure différentiel assigné ($I_{\Delta m}$).....	188
5.2.8	Caractéristiques de fonctionnement en cas de courants différentiels résiduels comportant une composante continue.....	188
5.2.9	Coordination de l'isolement, y compris les lignes de fuite et les distances d'isolement dans l'air	188
5.2.10	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC).....	188
5.3	Valeurs normalisées et préférentielles	189
5.3.1	Valeurs préférentielles de la tension d'emploi assignée (U_e)	189
5.3.2	Valeurs préférentielles du courant assigné (I_n).....	189
5.3.3	Valeurs normalisées du courant différentiel de fonctionnement assigné ($I_{\Delta n}$).....	190
5.3.4	Valeur normalisée du courant différentiel de non-fonctionnement assigné ($I_{\Delta no}$).....	190
5.3.5	Valeur normalisée minimale de la surintensité de non-fonctionnement aux bornes de l'IC-CPD	190
5.3.6	Valeurs préférentielles de la fréquence assignée	190
5.3.7	Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture assigné (I_m)	190
5.3.8	Valeur minimale du pouvoir de coupure et de fermeture différentiel assigné ($I_{\Delta m}$).....	190
5.3.9	Valeur normalisée du courant conditionnel assigné de court-circuit (I_{nc})	190
5.3.10	Valeur normalisée du courant différentiel conditionnel assigné de court- circuit ($I_{\Delta c}$).....	190
5.3.11	Valeurs limites de la durée de coupure	190
6	Marquage et autres informations sur le produit	191
6.1	Données à apposer sur l'IC-CPD	191
6.2	Informations à fournir à l'utilisateur final.....	193
7	Conditions normalisées de fonctionnement en service et d'installation.....	194
7.1	Conditions normalisées.....	194
7.2	Conditions d'installation	195
8	Exigences de construction et de fonctionnement	195
8.1	Conception mécanique.....	195

8.2	Connexions électriques enfichables des IC-CPD enfichables classifiés selon le 4.3.4	196
8.2.1	Généralités	196
8.2.2	Degré de protection procuré par une connexion électrique enfichable contre l'intrusion d'objets étrangers solides et contre l'eau, pour un IC-CPD enfichable.....	197
8.2.3	Pouvoir de coupure de la connexion électrique enfichable d'un IC-CPD enfichable.....	197
8.3	Construction	197
8.3.1	Généralités	197
8.3.2	Terminaisons des IC-CPD	199
8.3.3	Enveloppe des IC-CPD classifiés selon le 4.3.3.....	199
8.3.4	Vis ou écrous de bornes des IC-CPD classifiés selon le 4.3.3.....	199
8.3.5	Contraintes sur les conducteurs des IC-CPD classifiés selon le 4.3.3	199
8.3.6	Exigences supplémentaires pour les IC-CPD classifiés selon le 4.3.3.....	199
8.3.7	Parties isolantes qui maintiennent en place les parties actives	200
8.3.8	Vis des IC-CPD classifiés selon le 4.3.3	200
8.3.9	Dispositifs de suspension sur un mur ou sur d'autres surfaces de montage	200
8.3.10	Fiche qui fait partie intégrante d'un matériel enfichable directement	200
8.3.11	Câbles souples et cordons et leur raccordement.....	200
8.4	Performances électriques	201
8.4.1	Voie du conducteur de protection	201
8.4.2	Mécanisme de contact	202
8.4.3	Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite (voir l'Annexe C)	202
8.5	Protection contre les chocs électriques	205
8.5.1	Généralités	205
8.5.2	Exigences relatives aux fiches, qu'elles soient incorporées ou non dans des éléments complets	205
8.5.3	Degré de protection du boîtier de fonctions.....	205
8.5.4	Exigences relatives aux prises mobiles de véhicules	206
8.6	Propriétés diélectriques	206
8.7	Échauffements	206
8.8	Caractéristiques de fonctionnement	206
8.8.1	Généralités	206
8.8.2	Caractéristiques de fonctionnement pour une connexion en toute sécurité	206
8.8.3	Caractéristiques de fonctionnement avec des courants différentiels résiduels alternatifs et des courants différentiels résiduels comportant une composante continue	207
8.8.4	Caractéristiques de fonctionnement avec un courant différentiel résiduel continu lissé	207
8.8.5	Comportement de l'IC-CPD après un déclenchement dû à un courant différentiel résiduel	207
8.8.6	Courants différentiels résiduels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé	207
8.8.7	Courants différentiels résiduels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé	208
8.9	Endurance mécanique et électrique	208
8.10	Tenue aux courants de court-circuit	208
8.11	Résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	208
8.12	Résistance à la chaleur.....	208

8.13	Résistance à la chaleur anormale et au feu.....	208
8.14	Performance de la fonction d'essai	209
8.15	Comportement en cas de perte de la tension d'alimentation.....	209
8.16	Résistance des IC-CPD aux déclenchements intempestifs dus aux courants de surcharge vers la terre résultant de tensions de choc.....	209
8.17	Contrôleur de fonction pilote de commande	209
8.18	Fiabilité.....	210
8.19	Résistance au cheminement	210
8.20	Compatibilité électromagnétique (CEM)	210
8.21	Comportement de l'IC-CPD à une température de l'air ambiant faible	210
8.22	Fonctionnement en cas de défaillance de l'alimentation et de conducteur de protection actif et donc dangereux	210
8.23	Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal	210
8.24	Comportement dans des conditions d'environnement spécifiques	211
8.25	Résistance aux vibrations et aux chocs.....	211
9	Essais	211
9.1	Généralités	211
9.1.1	Ouverture et fermeture des contacts	211
9.1.2	Essais de type.....	211
9.1.3	Séquences d'essais	212
9.1.4	Essais individuels de série.....	213
9.2	Conditions d'essai.....	213
9.3	Essai d'indélébilité du marquage.....	213
9.4	Vérification de la protection contre les chocs électriques	214
9.5	Essai des propriétés diélectriques.....	214
9.5.1	Résistance à l'humidité	214
9.5.2	Résistance d'isolement du circuit principal.....	215
9.5.3	Rigidité diélectrique du circuit principal.....	216
9.5.4	Circuit secondaire des transformateurs de détection.....	216
9.5.5	Vérification des tensions de tenue aux chocs (à travers les distances d'isolement dans l'air et l'isolation solide) et du courant de fuite aux bornes des contacts ouverts	216
9.6	Essai d'échauffement.....	220
9.6.1	Conditions d'essai	220
9.6.2	Procédure d'essai	220
9.6.3	Mesurage de l'échauffement des différentes parties	220
9.6.4	Échauffement d'une partie	220
9.7	Vérification des caractéristiques de fonctionnement.....	220
9.7.1	Circuit d'essai.....	220
9.7.2	Essais de courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux	221
9.7.3	Vérification du fonctionnement correct aux courants différentiels résiduels comportant une composante continue.....	223
9.7.4	Vérification du comportement en cas de courant différentiel résiduel composé.....	225
9.7.5	Vérification du fonctionnement correct en cas de courant différentiel résiduel continu lissé	226
9.7.6	Essais de mauvais câblage et de défaillance de l'alimentation	227
9.7.7	Vérification du comportement des contacts du conducteur de protection.....	231
9.7.8	Vérification de la connexion du conducteur de protection au véhicule électrique	232

9.7.9	Vérification du courant permanent dans la connexion du conducteur de protection en service normal.....	232
9.7.10	Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé.....	232
9.7.11	Vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels continus qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé.....	233
9.8	Vérification de l'endurance mécanique et électrique.....	233
9.8.1	Endurance de la fiche et de la partie prise mobile de véhicule.....	233
9.8.2	Endurance de la fonction de courant différentiel résiduel de l'IC-CPD.....	233
9.9	Vérification du comportement de l'IC-CPD dans des conditions de surintensité.....	235
9.9.1	Liste des essais de surintensité.....	235
9.9.2	Essais de court-circuit.....	236
9.9.3	Vérification du pouvoir de fermeture et de coupure de la fiche de l'IC-CPD.....	241
9.10	Vérification de la résistance aux chocs mécaniques et aux impacts.....	241
9.10.1	Généralités.....	241
9.10.2	Essai de chute.....	242
9.10.3	Essai pour les presse-étoupes à vis des IC-CPD.....	242
9.10.4	Essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de cordons.....	243
9.10.5	Essai de choc mécanique et essai de chocs.....	243
9.11	Essai de résistance à la chaleur.....	243
9.11.1	Généralités.....	243
9.11.2	Essai de température en étuve.....	244
9.11.3	Essai de pression à la bille des matériaux isolants nécessaires pour maintenir en position les parties parcourues par un courant.....	244
9.11.4	Essai de pression à la bille des matériaux isolants non nécessaires pour maintenir en position les parties parcourues par un courant.....	245
9.12	Résistance du matériau isolant à la chaleur anormale et au feu.....	245
9.13	Vérification de l'autotest.....	246
9.13.1	Conditions d'essai.....	246
9.13.2	Vérification de l'autotest avec un IC-CPD en fonctionnement normal.....	246
9.13.3	Vérification de l'autotest avec simulation de contacts d'IC-CPD collés.....	247
9.14	Vérification du comportement des IC-CPD en cas de perte de la tension d'alimentation.....	247
9.14.1	Vérification du fonctionnement correct à la tension d'emploi minimale (U_x).....	247
9.14.2	Vérification de l'ouverture automatique en cas de perte de la tension d'alimentation.....	248
9.14.3	Vérification de la fonction de refermeture.....	248
9.15	Vérification des valeurs limites du courant de non-fonctionnement dans des conditions de surintensité.....	248
9.16	Vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs dus aux courants de surcharge vers la terre résultant de tensions de choc.....	248
9.17	Vérification de la fiabilité.....	249
9.17.1	Essai climatique.....	249
9.17.2	Essai à la température de 45 °C.....	250
9.18	Résistance au vieillissement.....	251
9.19	Résistance au cheminement.....	252
9.20	Essai sur les broches comportant une gaine isolante.....	252

9.21	Vérification des effets des contraintes sur les conducteurs	252
9.22	Vérification du couple exercé par les IC-CPD sur les socles fixes	253
9.23	Essais du dispositif d'arrêt de câble	253
9.24	Essai de flexion des IC-CPD non démontables	254
9.25	Vérification de la compatibilité électromagnétique (CEM).....	255
9.25.1	Émission.....	255
9.25.2	Immunité	255
9.26	Essais remplaçant les vérifications des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air	257
9.26.1	Généralités	257
9.26.2	Conditions anormales	257
9.26.3	Échauffement résultant de conditions de défaut.....	257
9.27	Vérifications pour les composants électroniques utilisés dans les IC-CPD	260
9.27.1	Généralités	260
9.27.2	Condensateurs	260
9.27.3	Résistances et inductances	260
9.28	Contraintes chimiques	261
9.29	Essai thermique sous rayonnement solaire	261
9.30	Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)	261
9.31	Essai de vapeur et de brouillard salin pour les environnements marins et côtiers.....	262
9.31.1	Essai des parties métalliques externes uniquement	262
9.31.2	Critères d'essai.....	262
9.32	Essai d'écrasement par des véhicules.....	262
9.32.1	Généralités	262
9.32.2	Essai avec une force d'écrasement de 5 000 N.....	263
9.32.3	Essai avec une force d'écrasement de 11 000 N	263
9.32.4	Performances après les essais	263
9.33	Essai à basse température de stockage	263
9.34	Essai de chocs et de vibrations	264
9.35	Vérification des parties isolantes qui maintiennent en place les parties actives	264
9.36	Vérification du dispositif de commande thermique.....	265
Annexe A (normative) Séquences d'essais et nombre d'échantillons à soumettre pour vérifier la conformité au présent document.....		302
A.1	Vérification de la conformité.....	302
A.2	Séquences d'essais	302
A.3	Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	304
A.4	Nombre d'échantillons à soumettre aux procédures d'essai simplifiées en cas de présentation simultanée d'une gamme d'IC-CPD de même conception de base.....	306
Annexe B (normative) Essais individuels de série		308
Annexe C (normative) Détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite		309
C.1	Vue d'ensemble	309
C.2	Orientation et emplacement d'une ligne de fuite	309
C.3	Lignes de fuite pour lesquelles plusieurs matériaux sont utilisés	309
C.4	Lignes de fuite divisées par une partie conductrice flottante	309
C.5	Mesurage des lignes de fuite et des distances d'isolement dans l'air.....	309
Annexe D (informative) Application d'un conducteur de protection commuté		314

D.1	Explication de la fonction et de l'application d'un conducteur de protection commuté (SPE).....	314
D.2	Exemples de mauvais câblage de l'alimentation.....	315
Annexe E (informative)	Exemple d'IC-CPD pour la charge en mode 2.....	318
Annexe F (informative)	Types d'IC-CPD du point de vue de la construction et de l'assemblage	319
Annexe G (informative)	Méthodes de détermination du facteur de puissance de court-circuit.....	320
G.1	Vue d'ensemble	320
G.2	Méthode I – Détermination à partir des composantes continues	320
G.3	Méthode II – Détermination à l'aide d'un générateur pilote	321
	Bibliographie.....	322
Figure 1	– Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques de fonctionnement (9.7.2).....	267
Figure 2	– Vérification du fonctionnement correct en cas de conducteur de protection (PE) actif et donc dangereux (voir le Tableau 14 et le Tableau 15)	270
Figure 3	– Vérification de l'échauffement du conducteur de protection	271
Figure 4	– Vérification du neutre ouvert pour les types LNSE et de la phase ouverte pour les types LLSE.....	272
Figure 5	– Vérification d'un courant permanent dans le conducteur de protection en service normal	273
Figure 6	– 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 le 9.9.2).....	276
Figure 7	– Fil d'épreuve normalisé de 1,0 mm.....	276
Figure 8	– Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus pulsés (voir le 9.7.3).....	278
Figure 9	– Circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels continus pulsés auxquels est superposé un courant continu lissé (voir le 9.7.3.3).....	280
Figure 10	– Vérification du conducteur de protection ouvert (voir le 9.7.6.4)	281
Figure 11	– Montage de l'essai de compression pour la vérification de la protection contre les chocs électriques.....	282
Figure 12	– Appareillage d'essai de pression à la bille	282
Figure 13	– Circuit d'essai d'un IC-CPD classifié selon le 4.1.2 pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé.....	283
Figure 14	– Circuit d'essai d'un IC-CPD classifié selon le 4.1.3 pour la vérification du fonctionnement correct dans le cas de courants différentiels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en triphasé	284
Figure 15	– Appareillage d'essai de retenue du câble	285
Figure 16	– Appareil d'essai de flexion.....	286
Figure 17	– Montage de l'essai de résistance mécanique des IC-CPD équipés de cordons (9.10.4)	286
Figure 18	– Période de stabilisation pour l'essai de fiabilité (9.17.1.3)	287
Figure 19	– Cycle d'essai de fiabilité (9.17.1.3).....	288
Figure 20	– Exemple de circuit d'essai pour la vérification du vieillissement des composants électroniques (9.18)	289
Figure 21	– Onde de courant sinusoïdale fortement amortie de 0,5 µs/100 kHz	289

Figure 22 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification de la résistance aux déclenchements intempestifs	290
Figure 23 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales en fonction de la valeur de crête de la tension (voir le 9.26.3 a))	291
Figure 24 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales en fonction de la valeur de crête de la tension de fonctionnement (voir le 9.26.3 a)).....	292
Figure 25 – Cycle d'essai pour l'essai à basse température	292
Figure 26 – Circuit d'essai pour la vérification de la connexion du conducteur de protection au VE, conformément au 9.7.8	293
Figure 27 – Vérification du fonctionnement correct en cas de courant de fuite continu lissé, conformément au 9.7.5	294
Figure 28 – Exemple de circuit d'essai pour la vérification du fonctionnement correct en cas de courants différentiels résiduels alternatifs sinusoïdaux formés de composantes multifréquences.....	295
Figure 29 – Circuit d'essai pour l'essai d'endurance conformément au 9.8	296
Figure 30 – Utilisation de l'IC-CPD.....	297
Figure 31 – Forme d'onde informative du courant d'appel pour les essais conformément au 9.8.2	297
Figure 32 – Doigt d'épreuve normalisé	298
Figure 33 – Petites pièces	299
Figure 34 – Circuit d'essai pour la vérification de l'autotest (9.13).....	300
Figure 35 – Montage pour la vérification du dispositif de commande thermique	301
Figure D.1 – Exemples de mauvais câblage de l'alimentation pour les types LLSE	316
Figure D.2 – Exemples de mauvais câblage de l'alimentation pour les types LNSE.....	317
Figure E.1 – Exemple d'IC-CPD qui montre les différentes parties et fonctions	318
Figure F.1 – Exemple d'IC-CPD montrant le boîtier de fonctions, les câbles, la fiche et la prise mobile, conformément au 4.2.2.....	319
Figure F.2 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément au 4.2.3 a)	319
Figure F.3 – Exemple d'IC-CPD modulaire, conformément au 4.2.3 b).....	319
Tableau 1 – Valeurs préférentielles du courant assigné et valeurs préférentielles correspondantes de la tension assignée	189
Tableau 2 – Valeurs limites de la durée de coupure pour des courants différentiels résiduels alternatifs à la fréquence assignée.....	191
Tableau 3 – Valeurs limites de la durée de coupure pour des courants différentiels résiduels continus lissés	191
Tableau 4 – Valeurs limites de la durée de coupure pour des courants différentiels résiduels continus pulsés qui peuvent résulter de circuits redresseurs alimentés en biphasé ou en triphasé.....	191
Tableau 5 – Conditions normalisées de fonctionnement en service	194
Tableau 6 – Section minimale d'un câble souple ou d'un cordon	201
Tableau 7 – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite minimales	203
Tableau 8 – Valeurs des échauffements	206
Tableau 9 – Liste des essais de type	212
Tableau 10 – Tension d'essai pour la vérification de la tension de tenue aux chocs	218
Tableau 11 – Plages de valeurs du courant de déclenchement pour les IC-CPD en cas de courant continu pulsé	224

Tableau 12 – Différentes valeurs des composantes de fréquences des courants d'essai et valeurs de courant de démarrage ($I\Delta$) pour vérifier le fonctionnement en cas d'augmentation constante du courant différentiel	225
Tableau 13 – Plages de courants de fonctionnement pour le courant différentiel résiduel composé.....	225
Tableau 14 – Défaillance de l'alimentation et connexions d'un conducteur de protection (PE) actif et donc dangereux pour l'essai en référence aux raccordements corrects à l'alimentation pour les types LNSE/LLSE et LNE/LLE.....	228
Tableau 15 – Défaillance de l'alimentation et connexions d'un conducteur de protection (PE) actif et donc dangereux pour l'essai en référence aux raccordements corrects à l'alimentation pour les types LLLNSE et LLLNE.....	229
Tableau 16 – Essais destinés à vérifier le comportement des IC-CPD dans des conditions de surintensité	235
Tableau 17 – Valeurs minimales de I^2t et I_p	237
Tableau 18 – Liste des essais de résistance aux chocs mécaniques et aux impacts	242
Tableau 19 – Couple appliqué à la clé pour l'essai.....	243
Tableau 20 – Essais d'immunité CEM	256
Tableau 21 – Températures maximales admises dans les conditions anormales	259
Tableau 22 – Valeur de densité spectrale de puissance (DSP) en fonction de la fréquence pour l'essai de vibrations	264
Tableau A.1 – Séquences d'essais	303
Tableau A.2 – Nombre d'échantillons à soumettre à la procédure d'essai complète	305
Tableau A.3 – Réduction du nombre d'échantillons	307

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIF DE CONTRÔLE ET DE PROTECTION INTÉGRÉ AU CÂBLE (IC-CPD) POUR LA CHARGE EN MODE 2 DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 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, en coopération avec le sous-comité 37: Véhicules à propulsion électrique, du comité technique 22 de l'ISO. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2016 et son Amendement 1:2018. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- révision du 8.3.1 afin d'ajouter des exigences pour un dispositif de commande obligatoire qui détecte la température des parties parcourues par un courant dans la fiche pour usages domestiques;
- ajout d'exigences d'essai dans un nouveau paragraphe 9.36 pour le dispositif de commande thermique;
- harmonisation des exigences de compatibilité électromagnétique (CEM) par rapport à la nouvelle édition de l'IEC 61543 et à l'IEC 61851-21-2;
- amélioration générale de l'essai et des exigences associées.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
23E/1342/FDIS	23E/1346/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à son approbation.

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Dans le présent document, les caractères d'imprimerie suivants sont utilisés:

- exigences proprement dites: caractères romains;
- *modalités d'essais: caractères italiques;*
- NOTES: petits caractères romains.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Le présent document traite essentiellement de l'accès des véhicules électriques à un système d'alimentation, en toute sécurité et fiabilité. La définition de la "charge en mode 2 des véhicules électriques" est donnée dans l'IEC 61851-1.

En cas de défaillance de la protection principale et/ou de la protection en cas de défaut, une protection contre les chocs électriques est fournie pour l'ensemble des modes de charge, au moins par un dispositif différentiel résiduel (DDR) de type A (voir l'IEC 60364-7-722 et l'IEC 61851-1).

Pour la charge en mode 2, notamment lorsqu'il n'est pas possible de savoir avec certitude si l'installation est équipée de DDR, par exemple en cas de charge du véhicule électrique sur une installation inconnue, une protection spécifique est utilisée pour le véhicule électrique connecté. L'objet du présent document est de décrire les exigences relatives à l'utilisation d'un dispositif de contrôle et de protection intégré au câble (IC-CPD, *In-Cable Control and Protection Device*) pour la charge en mode 2.

La présente version de l'IEC 62752 couvre également le contenu de la norme IEC 62335 antérieure.

DISPOSITIF DE CONTRÔLE ET DE PROTECTION INTÉGRÉ AU CÂBLE (IC-CPD) POUR LA CHARGE EN MODE 2 DES VÉHICULES ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux dispositifs de contrôle et de protection intégrés au câble (IC-CPD) pour la charge en mode 2 des véhicules électriques, ci-après dénommés "IC-CPD", y compris les fonctions de commande et de sécurité.

Le présent document s'applique aux dispositifs portables qui remplissent à la fois les fonctions de détection du courant différentiel résiduel, de comparaison de la valeur de ce courant à une valeur de fonctionnement différentiel et d'ouverture du circuit protégé lorsque le courant différentiel résiduel dépasse cette valeur.

L'IC-CPD conforme au présent document

- comporte une fonction pilote de commande, conformément à l'IEC 61851-1:2017, Annexe A;
- contrôle les conditions d'alimentation et empêche la charge en cas de défauts d'alimentation dans les conditions spécifiées;
- peut comporter un conducteur de protection commuté.

Les cas des courants différentiels résiduels de fréquences différentes de la fréquence assignée, des courants différentiels résiduels continus et des conditions d'environnement spécifiques sont examinés.

Le présent document s'applique aux IC-CPD qui remplissent les fonctions de sécurité et de commande exigées par l'IEC 61851-1 pour la charge en mode 2 des véhicules électriques.

Le présent document s'applique aux IC-CPD pour circuits monophasés de tension inférieure ou égale à 250 V ou pour circuits polyphasés de tension inférieure ou égale à 480 V, avec une intensité assignée maximale de 32 A.

Le présent document s'applique aux IC-CPD destinés à être utilisés uniquement dans des circuits en courant alternatif qui présentent des valeurs préférentielles de fréquence assignée de 50 Hz, 60 Hz ou 50/60 Hz. Les IC-CPD selon le présent document ne sont pas destinés à être utilisés pour les transferts d'énergie bidirectionnels ou inverses ni pour le renvoi d'énergie dans le réseau de distribution d'énergie électrique.

Le présent document s'applique aux IC-CPD dont le courant différentiel de fonctionnement assigné est inférieur ou égal à 30 mA et qui sont destinés à procurer une protection supplémentaire au circuit en aval de l'IC-CPD lorsqu'il n'est pas possible de savoir avec certitude si l'installation en amont est équipée d'un DDR dont le courant assigné $I_{\Delta n} \leq 30$ mA.

L'IC-CPD comporte:

- une fiche de connexion vers un socle de l'installation fixe;
- un ou plusieurs sous-ensembles assurant les fonctions de commande et de protection;
- un câble reliant la fiche et les sous-ensembles (facultatif);
- un câble reliant les sous-ensembles et la prise mobile du véhicule (facultatif);
- une prise mobile de véhicule assurant la connexion du véhicule électrique.

Dans le cas des fiches pour usages domestiques et analogues, les exigences applicables 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'exigences nationales, l'IEC 60884-1 s'applique. Pour les fiches industrielles, l'IEC 60309-2 s'applique. Des fiches industrielles non interchangeables peuvent être employées dans certaines applications et certains domaines spécifiques. Dans ce cas, l'IEC 60309-1 s'applique.

Les fiches, les prises mobiles et les câbles faisant partie de l'IC-CPD sont soumis aux essais selon les normes de produits en vigueur.

Les contacts de commutation des IC-CPD ne sont pas destinés au sectionnement, ce dernier pouvant être assuré en déconnectant la fiche.

L'IC-CPD n'est pas considéré comme un dispositif de protection destiné à être utilisé dans des installations fixes.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60068-2-1, *Essais d'environnement – Partie 2-1: Essais – Essai A: Froid*

IEC 60068-2-5:2018, *Essais d'environnement – Partie 2-5: Essais – Essai S: Rayonnement solaire simulé au niveau du sol et recommandations pour les essais de rayonnement solaire et le vieillissement aux intempéries*

IEC 60068-2-11, *Essais d'environnement – 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 et guide*

IEC 60068-3-4, *Essais d'environnement – Partie 3-4: Documentation d'accompagnement et guide – Essais de chaleur humide*

IEC 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 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 60309-1:2021, *Fiches, socles fixes de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteur pour usages industriels – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60309-2, *Fiches, socles fixes de prise de courant, prises mobiles et socles de connecteur pour usages industriels – Partie 2: Exigences dimensionnelles de compatibilité 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 60384-14:2023, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes pour la suppression des interférences électromagnétiques et la connexion au réseau d'alimentation*

IEC 60417, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel* (disponible à l'adresse: <https://www.graphical-symbols.info/equipment>)

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

IEC 60529:1989/AMD1:1999

IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60664-3, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 3: Utilisation de revêtement, d'empotage ou de moulage pour la protection contre la pollution*

IEC 60695-2-10, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-10: Essais au fil incandescent/chauffant – Appareillage et méthode commune d'essai*

IEC 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 (GWEPT)*

IEC 60884-1:2022, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Exigences générales*

IEC 61000-4-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

IEC 61000-4-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

IEC 61000-4-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

IEC 61000-4-5:2014, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017

IEC 61000-4-6, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

IEC 61439-7:2022, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 7: Ensembles pour les applications spécifiques comme les marinas, les terrains de camping, les marchés et pour les bornes de charge de véhicules électriques*

IEC 61540, *Dispositifs différentiels portables à courant résiduel (PCDM) sans protection incorporée contre les surintensités pour usages domestiques et analogues*

IEC 61543:2022, *Dispositifs différentiels résiduels (DDR) pour usages domestiques et analogues – Compatibilité électromagnétique*

IEC 61851-1:2017, *Système de charge conductive pour véhicules électriques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62196 (toutes les parties), *Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles de véhicule et socles de connecteurs de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques*

IEC 62196-1:2022, *Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles de véhicule et socles de connecteurs de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 62262, *Degrés de protection procurés par les enveloppes de matériels électriques contre les impacts mécaniques externes (codes IK)*

IEC 62368-1:2023, *Équipements des technologies de l'audio/vidéo, de l'information et de la communication – Partie 1: Exigences de sécurité*

IEC 62893-3, *Charging cables for electric vehicles for rated voltages up to and including 0,6/1 kV – Part 3: Cables for AC charging according to modes 1, 2 and 3 of IEC 61851-1 of rated voltages up to and including 450/750 V (disponible en anglais seulement)*

CISPR 14-1, *Compatibilité électromagnétique – Exigences relatives aux appareils électrodomestiques, aux outils électriques et aux appareils analogues – Partie 1: Émission*

ISO 178, *Plastiques – Détermination des propriétés en flexion*

ISO 179 (toutes les parties), *Plastiques – Détermination des caractéristiques au choc Charpy*

ISO 2409, *Peintures et vernis – Essai de quadrillage*

ISO 4628-3, *Peintures et vernis – Évaluation 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: Évaluation 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*

ISO 17409:2020, *Véhicules routiers à propulsion électrique – Transfert d'énergie conductive – Exigences de sécurité*