



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Electric vehicle conductive charging system –
Part 23: DC electric vehicle supply equipment**

**Système de charge par conduction pour véhicules électriques –
Partie 23: Système d'alimentation en courant continu pour véhicules électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 43.120

ISBN 978-2-8322-8868-9

**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.....	15
1 Scope.....	18
2 Normative references	19
3 Terms and definitions	22
3.1 Electric supply equipment	22
3.2 Insulation	22
3.3 Functions	26
3.4 Vehicle	30
3.5 Cords, cables and connection means	31
3.6 Service and usage	32
3.7 General terms	33
4 General requirements	40
5 Classification	40
5.101 Characteristics of EV supply equipment	40
5.101.1 Separation type	40
5.101.2 Control system	40
5.101.3 System	40
5.101.4 Thermal management system	40
5.101.5 Power distribution system	41
6 Charging modes and functions	41
6.2 Charging modes.....	41
6.2.1 Mode 1	41
6.2.2 Mode 2	41
6.2.3 Mode 3	41
6.3 Functions provided in Mode 4	41
6.3.1 Mandatory functions in Mode 4	41
6.3.2 Optional functions for Mode 4	62
7 Communications	63
7.1 Digital communication between the EV supply equipment and the EV	63
7.1.101 Basic communication interface	64
8 Protection against electric shock	64
8.101 General provisions.....	64
8.101.1 General	64
8.101.2 Intended use and reasonably foreseeable misuse.....	65
8.101.3 Limitation of touch current or touch voltage	65
8.101.4 Threshold of perception and startle reaction	65
8.102 Basic protection	68
8.102.1 General	68
8.102.2 Protection by means of basic insulation of live parts	68
8.102.3 Protection by means of enclosures or barriers	68
8.102.4 Protection by means of limitation of voltage.....	68
8.102.5 Protection by means of limitation of steady-state touch current.....	70
8.103 Fault protection.....	70
8.103.1 General	70
8.103.2 Protective-equipotential-bonding.....	70

8.103.3	Effective protective conductor continuity between the enclosure and the external protective circuit.....	70
8.103.4	Automatic disconnection of supply	71
8.103.5	Supplementary insulation.....	71
8.103.6	Electrically protective screening	71
8.104	Enhanced protective provision	71
8.104.1	General	71
8.104.2	Double or reinforced insulation	71
8.104.3	Protective separation between circuits.....	72
8.105	Requirements for separated EV supply equipment	72
8.105.1	General	72
8.105.2	Equipotential bonding on side B.....	74
8.105.3	Impedance to protective conductor on side B.....	74
8.105.4	Degrees of protection against access to hazardous-live-parts.....	75
8.105.5	Insulation barriers.....	76
8.105.6	Stored energy.....	77
8.105.7	Disconnection from vehicle	78
8.105.8	Protective (earthing) conductor from the supply network.....	78
8.105.9	Residual current protective devices	79
8.105.10	Safety requirements for auxiliary circuits between the EV supply equipment and the EV	79
8.105.11	Protective conductor dimension cross-sectional area.....	79
9	Conductive electrical interface requirements.....	80
9.1	General.....	80
9.5	Functional description of the DC interface.....	80
9.7	Wiring of the neutral conductor	80
9.101	Avoidance of breaking under load	80
10	Requirements for adaptors	81
11	Cable assembly requirements.....	82
11.1	General.....	82
11.6	Strain relief.....	82
11.6.101	Strain relief of the EV supply equipment's side B cable assembly	82
11.6.102	Test of the anchorage of the side B cable assembly	83
11.101	Cable breakaway	85
11.102	Surface temperature of the side B cable assembly.....	85
12	EV supply equipment constructional requirements and tests.....	87
12.1	General.....	87
12.2	Characteristics of mechanical switching devices	87
12.2.5	Relays	87
12.3	Clearances and creepage distances.....	87
12.4	IP degrees	87
12.4.1	Degrees of protection against solid foreign objects and water for the enclosures.....	87
12.5	Insulation resistance	88
12.6	Touch current	88
12.6.101	Touch current limit.....	88
12.6.102	Test.....	88
12.6.103	Protection measures for the test touch current more than 3,5 mA	89
12.7	Dielectric withstand voltage	90

12.7.2	Impulse dielectric withstand (1,2 µs/50 µs)	90
12.7.101	Suppression of transient overvoltage at side A (insulation coordination)	90
12.7.102	Protection against transient overvoltages of atmospheric origin or due to switching	92
12.8	Temperature rise	94
12.9	Damp heat functional test	94
12.10	Minimum temperature functional test.....	94
12.11	Mechanical strength.....	94
12.101	Side A current.....	95
12.102	Power supply cords.....	96
12.102.1	General	96
12.102.2	Cross-sectional area.....	96
12.102.3	Cord anchorages and strain relief for non-detachable power supply cords	97
12.103	Stress relief test.....	98
12.104	Abnormal operation and simulated fault condition tests.....	99
12.104.1	General	99
12.104.2	Pass criteria	99
12.104.3	Breakdown of components test	100
12.104.4	Loss of AC supply phase test	100
12.104.5	Inoperative blower/fan motor test.....	100
12.104.6	Clogged filter test	101
12.105	Protection against electrically caused fire	101
12.105.1	General	101
12.105.2	Fire enclosure	101
12.106	Protection against chemical hazards	101
12.106.1	Type of coolant.....	101
12.106.2	Flammability	102
12.106.3	Material compatibility	102
12.107	Enclosures.....	102
12.107.1	General	102
12.107.2	Strength of materials and parts.....	103
12.107.3	Enclosure integrity tests	103
12.108	Components bridging insulation	103
12.108.1	General	103
12.108.2	Capacitors	104
12.109	Isolating transformers	104
13	Overload and short-circuit protection	104
13.1	General.....	104
13.2	Overload protection of the cable assembly.....	104
13.3	Short-circuit protection of the charging cable	104
13.101	Short-circuit protection of the DC connection during energy transfer	105
14	Automatic reclosing of protective devices	106
15	Emergency switching or disconnect (optional)	106
16	Marking and instructions.....	106
16.1	Installation manual of EV charging stations.....	106
16.2	User manual for EV supply equipment	107
16.3	Marking of EV supply equipment.....	108
16.4	Marking of charging cable assemblies case B	108

101	Specific requirements for EV supply equipment	108
101.1	Specific requirements for separated EV supply equipment	108
101.1.1	Operating ranges for voltage, current, and power at side B.....	108
101.1.2	Voltage and current tolerance at side B	109
101.1.3	Control delay of present current at side B in CCM	111
101.1.4	Descending rate of present current at side B	114
101.1.5	Periodic and random deviation (current ripple at side B during CCM).....	114
101.1.6	Periodic and random deviation (voltage ripple at side B during CVM)	115
101.1.7	Load dump	117
101.1.8	Side B inductance.....	117
101.2	Specific requirement for energy transfer with a thermal management system or thermal sensing only	118
101.2.1	General	118
101.2.2	Temperature limits and self-diagnostics	118
101.2.3	Temperature monitoring.....	119
101.2.4	Tests for thermal management system performance of the EV supply equipment	120
101.3	Specific requirements for temperature-controlled energy transfer	129
102	Test methods.....	130
102.1	Technical data	130
102.2	General test conditions	130
102.2.1	Ambient test conditions.....	130
102.2.2	Measuring instruments	131
102.2.3	Test setups.....	131
102.2.4	Test load	134
102.2.5	Operating points for tests	136
Annexes	138
Annex AA (normative)	EV supply equipment of system A.....	139
AA.1	General.....	139
AA.2	Circuit diagram	139
AA.3	Specific safety requirements	142
AA.3.1	Fault protection in side B	142
AA.3.2	De-energization of the power supply to the EV	146
AA.3.3	Voltage measurement of side B live parts (DC+/DC–) for vehicle connector unlatch	147
AA.3.4	Overcurrent protection of side B	147
AA.3.5	Short-circuit protection of side B.....	147
AA.3.6	Latch monitoring for the vehicle connector.....	148
AA.3.7	Protection of the EV disconnection device	149
AA.3.8	Fault conditions and criteria for transfer to error and emergency shutdown	149
AA.3.9	Inrush current limitation by the EV supply equipment.....	154
AA.3.10	Regulation of the present current at side B in CCM.....	155
AA.3.11	Periodic and random deviation (current ripple at side B during CCM).....	156
AA.3.12	Overvoltage protection including load dump.....	157
AA.3.13	Power supply to the EV for the actuation of EV disconnection device	158
AA.3.14	Impedance of the side B circuit.....	158
AA.3.15	Assistance of welding detection	158
AA.3.16	Specific requirements for temperature-controlled energy transfer	159

AA.4	FPT process and communication between the EV supply equipment and the EV for energy transfer control	159
AA.4.1	Forward power transfer states	159
AA.4.2	Communication measures.....	161
AA.4.3	Forward power transfer control process	162
AA.4.4	Measuring current and voltage at side B	168
AA.5	Response to an EV command on charge current.....	170
AA.6	Bidirectional power transfer (optional).....	172
AA.6.1	General	172
AA.6.2	Circuit diagram	172
AA.6.3	Functional requirements	174
AA.6.4	Bidirectional power transfer control process.....	176
AA.7	Optional functions	181
AA.7.1	General	181
AA.7.2	Compatibility check.....	181
AA.7.3	Dynamic control.....	181
AA.7.4	High-current control	182
AA.7.5	High-voltage control.....	182
AA.8	Compliance test for user-initiated shutdown	182
AA.9	Specific requirement for energy transfer with thermal management system.....	183
Annex BB (normative)	EV supply equipment of system B.....	184
BB.1	General.....	184
BB.2	Circuit diagrams.....	184
BB.2.1	Circuit diagram	184
BB.2.2	Requirements of IMD and discharge circuit.....	186
BB.3	Parameters of control pilot circuit.....	186
BB.4	Forward power transfer control process under normal condition	187
BB.4.1	Side B regulation	187
BB.4.2	Measuring current and voltage.....	187
BB.4.3	Vehicle coupler mating confirmation	189
BB.4.4	Forward power transfer control sequence	189
BB.4.5	Normal shutdown.....	191
BB.5	Safety requirements under failure mode.....	191
BB.5.1	Error shutdown and emergency shutdown.....	191
BB.5.2	Terminate energy transfer due to an EV supply equipment fault.....	193
BB.5.3	Terminate energy transfer due to an EV fault.....	194
BB.5.4	Digital communication timeout	194
BB.5.5	Loss of electrical continuity of the control pilot.....	195
BB.5.6	Overvoltage fault	195
BB.5.7	Load dump	196
BB.5.8	Short-circuit protection of side B.....	197
BB.5.9	Lock and latch monitoring for vehicle connector.....	198
BB.5.10	Overcurrent protection of side B	198
BB.5.11	Insulation fault monitoring.....	198
BB.6	Timing sequence diagram of forward power transfer	199
BB.7	Side B current regulation in CCM.....	200
BB.8	Insulation resistance check before energy transfer.....	202
BB.9	Side B voltage regulation in CVM.....	204
BB.10	Periodic and random deviation (voltage ripple at side B in CVM).....	206

BB.11	Energy transfer control mode	206
BB.11.1	Definition	206
BB.11.2	Typical forward power transfer process	207
BB.12	Standby mode	208
BB.13	Smart charging	209
BB.14	Minimum cross-sectional area of the protective conductor	209
Annex CC	(normative) EV supply equipment of system C	210
CC.1	General	210
CC.2	Circuit diagrams	210
CC.2.1	General	210
CC.2.2	Circuit diagram for configuration EE	210
CC.2.3	Circuit diagram for configuration FF	213
CC.2.4	Disabled side B	216
CC.3	Process of energy transfer	217
CC.3.1	General	217
CC.3.2	Normal startup	219
CC.3.3	Normal shutdown or pause after energy transfer	225
CC.3.4	Error and emergency handling	229
CC.3.5	Pause by EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	241
CC.3.6	Renegotiation initiated by EV or EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	251
CC.4	Safety related functions	255
CC.4.1	Safety measures for side B	255
CC.4.2	Vehicle coupler latching function	259
CC.4.3	Loss of electrical continuity of the control pilot conductor	259
CC.4.4	Loss of electrical continuity of the proximity detection conductor	259
CC.4.5	Voltage check at initialization	259
CC.4.6	Minimum cross-sectional area of the protective conductor	259
CC.4.7	Loss of electrical continuity of the protective conductor	259
CC.5	Additional functions	260
CC.5.1	Pre-charge	260
CC.5.2	Sleep mode and communication session restart methods	262
CC.5.3	Configuration EE vehicle connector latch position switch (S _{S3}) activation	269
CC.5.4	Configuration EE vehicle connector latch position switch (S _{S3}) verification	269
CC.5.5	Handling of operating ranges	270
CC.5.6	Compatibility check	277
CC.5.7	Considerations for CCM, CVM and CPM (informative)	281
CC.6	Specific requirements	283
CC.6.1	Requirements for load dump	283
CC.6.2	Side B current regulation	283
CC.6.3	Measuring current and voltage at side B	283
CC.6.4	Overcurrent protection of side B	284
CC.7	General test conditions	284
CC.7.1	Operating points – Definitions	284
CC.7.2	Standard test setup	286
CC.7.3	Definition of measured values at side B	286
CC.7.4	Exemplary approach to set a test point in CCM	286

CC.7.5	Test cases	289
Annex DD (informative)	Bidirectional power transfer control	354
DD.1	General.....	354
DD.2	Forward power transfer (FPT) and reverse power transfer (RPT)	354
Annex EE (normative)	Test load impedance verification.....	355
EE.1	General.....	355
EE.2	Response curve verification	355
EE.3	Test setup for test load verification (informative).....	358
EE.4	Result	359
Annex FF (normative)	Multi-side B separated EV supply equipment.....	360
FF.1	General.....	360
FF.2	Classification and use case of multi-side B EV supply equipment.....	360
FF.2.1	System operation.....	360
FF.2.2	Side B system	360
FF.2.3	Configuration.....	360
FF.3	Constructional requirements of a side B system.....	363
FF.3.1	Constructional requirements of a side B system according to Annex AA	363
FF.3.2	Constructional requirements of a side B system according to Annex BB	364
FF.3.3	Constructional requirements of a side B system according to Annex CC	364
FF.4	Side B system performance	364
FF.4.1	General performance requirements.....	364
FF.4.2	Performance of multi-side B EV supply equipment providing simultaneous operation.....	364
FF.5	Safety requirements.....	364
FF.5.1	General safety requirements.....	364
FF.5.2	Short-circuit protection	365
FF.5.3	Overload protection	365
FF.5.4	Access to live parts through an unmated vehicle connector during energy transfer	365
FF.5.5	Additional safety requirements for multi-side B EV supply equipment providing simultaneous operation	366
FF.5.6	Diagnostic check of mechanical disconnection device in the side B system.....	366
FF.5.7	Interconnected side B live parts (DC+/DC-) in multi-side B EV supply equipment	366
Annex GG (informative)	Communication and energy transfer process between the EV supply equipment and the EV	367
GG.1	General.....	367
GG.2	System configuration	367
GG.3	Energy transfer control process and state	367
GG.3.1	General	367
GG.3.2	Description of the initialization stage	368
GG.3.3	Description of the energy transfer stage	368
GG.3.4	Description of the shutdown stage	369
Annex HH (informative)	Touch current and touch impulse current.....	370
HH.1	General.....	370
HH.2	Current through the human body.....	375
HH.3	Conditional dependent thresholds	376
HH.4	Hazards due to leakage between side B live parts and the protective conductor.....	376

HH.5	Balanced versus unbalanced voltages at side B live parts (DC+/DC–)	377
HH.6	Insulation monitoring device	378
HH.7	IMD reaction time	379
HH.8	Conclusion	379
	Bibliography	380
Figure 101	– Example of a coupling session	27
Figure 102	– Voltage V_{T8} to apply to simulate short period overvoltage at side B between DC+ and DC–	52
Figure 103	– Typical voltages between side B live parts (DC+/DC–) and protective conductor under normal operation	55
Figure 104	– IMD connection which results in a voltage more than the maximum voltage limits	56
Figure 105	– Examples of a fault between the secondary circuit and the protective conductor	59
Figure 106	– Measurement of the touch leakage current	67
Figure 107	– Touch time – DC voltage under single fault condition (water wet, fingertip to feet)	69
Figure 108	– Insulation barriers	76
Figure 109	– Construction types of vehicle adapters	81
Figure 110	– Apparatus to test the side B cable assembly anchorage	83
Figure 111	– Test setup the side B cable assembly anchorage	84
Figure 112	– Example of a side B cable assembly equipped with handle and a warning label attached to the cable	86
Figure 113	– Example setup of SPD for the protection of the EV supply equipment against transients	91
Figure 114	– Example of an SPD-assembly having one voltage switching type SPD between side B live conductors (DC+/DC–) and protective conductor	93
Figure 115	– Symbol ISO 7000-0434B:2004-01	107
Figure 116	– Side B voltage tolerances in CVM	110
Figure 117	– Current control delay for an increasing current request	112
Figure 118	– Current control delay for a decreasing current control request	113
Figure 119	– Voltage at side B in CVM operation in steady state with ripple	116
Figure 120	– Setup to measure the maximum side B inductance	117
Figure 121	– Reference device (RD) A_0	121
Figure 122	– Test arrangement A_0	122
Figure 123	– Reference device RD A_1	122
Figure 124	– Test arrangement A_1	123
Figure 125	– Reference device RD C_0	124
Figure 126	– Test arrangement C_0	125
Figure 127	– Reference device RD C_1	125
Figure 128	– Test arrangement C_1	126
Figure 129	– General test setup for system A	132
Figure 130	– General test setup for system B	133
Figure 131	– General test setup for system C	134
Figure 132	– Test load example	135

Figure 133 – Operating points.....	137
Figure AA.1 – Overall circuit diagram of system A EV supply equipment and EV	140
Figure AA.2 – Failure detection principle by detection of DC leakage current.....	144
Figure AA.3 – Example of vehicle connector latch monitoring circuit	148
Figure AA.4 – Example of vehicle inlet with the latch holder covered by a metal plate that inhibits latch holding	149
Figure AA.5 – Flow diagram for forward power transfer.....	162
Figure AA.6 – Sequence diagram for forward power transfer.....	163
Figure AA.7 – Representation of the delay between the measurement and the digital communication transmission for system A.....	169
Figure AA.8 – Acceptable range of the measured current at side B (target current of the EV $I_{EV_trg} = 50$ A)	170
Figure AA.9 – Change in the target current requested by the EV.....	171
Figure AA.10 – Side B performance of EV supply equipment	172
Figure AA.11 – Circuit diagram of a system A BPT EV supply equipment and EV	173
Figure AA.12 – Flow diagram for bidirectional power transfer.....	179
Figure AA.13 – Sequence diagram for bidirectional power transfer	180
Figure AA.14 – Transition of applicable maximum current of the EV supply equipment at side B and target current of the EV during dynamic control	181
Figure BB.1 – System B EV supply equipment circuit diagram	185
Figure BB.2 – Representation of delay between the measures current and voltage at side B and the digital communication transmission for system B	187
Figure BB.3 – FPT control sequence for system B	190
Figure BB.4 – Timing sequence diagram of FPT	200
Figure BB.5 – Operating points and test points for side B current regulation in CCM.....	201
Figure BB.6 – Operating points and test points for side B voltage regulation in CVM	206
Figure BB.7 – Definition of CCM, CVM and CPM	207
Figure BB.8 – Typical FTP process	208
Figure CC.1 – Circuit diagram for a system C EV supply equipment of configuration EE.....	211
Figure CC.2 – Circuit diagram of a system C EV supply equipment of configuration FF	214
Figure CC.3 – Equivalent disabled side B of the EV supply equipment.....	216
Figure CC.4 – Example of a sequence diagram	219
Figure CC.5 – Sequence diagram for normal startup.....	220
Figure CC.6 – Sequence diagram for normal shutdown or pause after energy transfer by EV or EV supply equipment.....	226
Figure CC.7 – Sequence diagram for EV supply equipment and EV initiated error shutdown	230
Figure CC.8 – Sequence diagram for EV initiated error shutdown based on DIN SPEC 70121 during energy transfer	233
Figure CC.9 – Sequence diagram for an emergency shutdown executed by the EV	236
Figure CC.10 – Sequence diagram for an emergency shutdown executed by the EV supply equipment.....	239
Figure CC.11 – Sequence diagram for pause before cable-check phase by EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	242
Figure CC.12 – Sequence diagram for pause after pre-charge phase and before energy transfer stage by the EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	246

Figure CC.13 – Sequence diagram for renegotiation initiated by EV or EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	252
Figure CC.14 – Worst case equivalent circuit during pre-charge	260
Figure CC.15 – Restart methods sequence for the EV supply equipment	263
Figure CC.16 – Restart method verification on the EV supply equipment	264
Figure CC.17 – Example of a B1 – B2 transition	265
Figure CC.18 – Example of a B1 – E – B1 – B2 transition	266
Figure CC.19 – Example of a B1 – F – B1 – B2 transition	266
Figure CC.20 – Restart methods sequence for the EV	268
Figure CC.21 – Example of a B – C – B toggle.....	269
Figure CC.22 – Operating points.....	285
Figure CC.23 – Approaching a single test point TP in CCM (example 1)	288
Figure CC.24 – Approaching multiple test points TP _n CCM (example 2).....	289
Figure CC.25 – Test points TP _n	298
Figure CC.26 – Voltage at the vehicle connector.....	306
Figure CC.27 – Test points TP _n for the load dump test	309
Figure CC.28 – Test point matrix for side B current regulation in CCM including static deviation and ripple	314
Figure CC.29 – Test point sequence for side B current regulation in CCM	317
Figure CC.30 – Test point matrix for 0 A mode during energy transfer	318
Figure CC.31 – Test point matrix for side B voltage regulation in CVM during pre-charge	321
Figure CC.32 – Test point matrix for control delay of charging current in CCM.....	327
Figure CC.33 – Test point sequence	329
Figure CC.34 – Test points for voltage measurement during welding detection	344
Figure CC.35 – Test setup for IMD measurement connections	351
Figure EE.1 – Magnitude of the impedance of the test load between DC+ and DC– for system A and system B.....	356
Figure EE.2 – Magnitude of the impedance of the test load between DC+ and DC– for system A for current ripple measurements	357
Figure EE.3 – Magnitude of the impedance of the test load between DC+ and DC– for system C	357
Figure EE.4 – Test setup for test load verification	358
Figure FF.1 – Example of a multi-side B EV supply equipment with a single PEC	362
Figure FF.2 – Example of a multi-side B EV supply equipment with multiple PECs.....	363
Figure HH.1 – EV and EV supply equipment equivalent circuit	370
Figure HH.2 – Circuit diagram simplification of the circuit in Figure HH.1	373
Figure HH.3 –Thevenin equivalent circuit diagram of the circuit in Figure HH.1.....	373
Figure HH.4 – Leakage current and impulse current in relation to limits in IEC 60479 series	374
Figure HH.5 – Examples of circuits with equivalent impulse current and leakage current through a human body	375
Table 101 – Verification criterion	43
Table 102 – Data/message for the compatibility check test	47

Table 103 – Voltage threshold for emergency shutdown reaction for system B and system C	49
Table 104 – EV supply equipment reaction depending on the present voltage at side B condition	49
Table 105 – Compliance tests for protection against overvoltage at side B between DC+ and DC–	50
Table 106 – Test load setup for protection against overvoltage test	50
Table 107 – Data/messages for protection against overvoltage test	51
Table 108 – Overvoltage condition and verification criterion.....	51
Table 109 – Control circuit supply integrity test.....	52
Table 110 – Touch voltage under normal operation.....	69
Table 111 – Touch voltage under single fault conditions	69
Table 112 – Safety provisions for protection against electric shock for EV supply equipment at side B	72
Table 113 – Minimum protective measures	77
Table 114 – Pull force and torque test values for side B cable assembly anchorage	85
Table 115 – Touch current limits	88
Table 116 – Sizes of conductors of power supply cord	96
Table 117 – Cord strain relief pull force	98
Table 118 – Current ripple limit of the EV supply equipment	115
Table 119 – Test parameter values	126
Table 120 – Recommended circuit parameters of the test load	136
Table AA.1 – Definition of symbols of the overall circuit diagram of a system A EV supply equipment.....	141
Table AA.2 – Parameters and values of the circuit diagram for a system A EV supply equipment.....	142
Table AA.3 – Principle of fault protection	143
Table AA.4 – Requirements for earth leakage current fault monitoring	145
Table AA.5 – Error shutdown times and criteria	150
Table AA.6 – Action and message parameter for error shutdown triggered by the EV supply equipment.....	152
Table AA.7 – Action and message parameter for error shutdown triggered by the EV	152
Table AA.8 – Emergency shutdown times and criteria.....	153
Table AA.9 – Actions and criteria for emergency shutdown	154
Table AA.10 – System A setup of the test load for regulation of the present current at side B in CCM.....	155
Table AA.11 – System A recommended steps for regulation of the present current at side B in CCM.....	155
Table AA.12 – Specification of measuring instrument.....	157
Table AA.13 – Voltage threshold for emergency shutdown.....	157
Table AA.14 – Maximum boost current for system A EV supply equipment.....	159
Table AA.15 – FPT states of the FPT EV supply equipment	160
Table AA.16 – FPT control process and states of the FPT EV supply equipment.....	161
Table AA.17 – Test scenarios	165
Table AA.18 – Normal shutdown times and criteria	166
Table AA.19 – Actions and message parameters for normal shutdown.....	166

Table AA.20 – Recommended specification of target current of the EV	171
Table AA.21 – Requirements for the side B performance of EV supply equipment	171
Table AA.22 – Setup of test load for protection against under-voltage at the vehicle connector.....	176
Table AA.23 – BPT states of BPT EV supply equipment.....	176
Table AA.24 – BPT control process of BPT EV supply equipment	178
Table AA.25 – Selection of protection measures against over-temperature	183
Table AA.26 – Protection measures against over-temperature	183
Table BB.1 – Parameters values of the control circuit for FPT.....	186
Table BB.2 – Error shutdown times and criteria	192
Table BB.3 – Emergency shutdown times and criteria.....	192
Table BB.4 – EV simulator voltage ranges emergency shutdown reaction test	196
Table BB.5 – Setup of the test load for side B current regulation in CCM.....	201
Table BB.6 – Recommended steps for minimum side B current regulation in CCM.....	202
Table BB.7 – Recommended steps for side B voltage regulation in CVM	204
Table CC.1 – Vehicle couplers for system C	210
Table CC.2 – Component values and tolerances for configuration EE	212
Table CC.3 – Proximity pilot voltages.....	213
Table CC.4 – Component values and tolerances for configuration FF	215
Table CC.5 – Component limits for the disabled side B of the EV supply equipment	217
Table CC.6 – Message code mapping for sequence diagram	218
Table CC.7 – Example of a sequence description	219
Table CC.8 – Sequence description for normal startup.....	221
Table CC.9 – Sequence description for normal shutdown or pause after energy transfer by EV or EV supply equipment.....	227
Table CC.10 – Overview of error and emergency shutdown cases	229
Table CC.11 – Sequence description for EV supply equipment and EV initiated error shutdown	231
Table CC.12 – Sequence description for EV initiated error shutdown based on DIN SPEC 70121 during energy transfer.....	234
Table CC.13 – Sequence diagram an emergency shutdown executed by the EV.....	237
Table CC.14 – Sequence diagram an emergency shutdown executed by the EV supply equipment.....	240
Table CC.15 – Sequence description for pause before cable-check phase by EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	243
Table CC.16 – Sequence description for pause after pre-charge phase and before energy transfer stage by the EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	247
Table CC.17 – Sequence description for renegotiation initiated by EV or EV supply equipment using ISO 15118-2:2014	253
Table CC.18 – Insulation states and EV supply equipment reaction based on the insulation resistance	258
Table CC.19 – Values to design the EV supply equipment during pre-charge based on Figure CC.14	261
Table CC.20 – Energy transfer control modes at different communication session stage/phase.....	282
Table CC.21 – EV simulator target current and voltage.....	301

Table CC.22 – Current ripple limits	301
Table CC.23 – Component valued for the inrush current limit test	311
Table CC.24 – Current ripple limits	318
Table CC.25 – Test setup values to measure side B voltage regulation in CVM during pre-charge	323
Table CC.26 – Current ripple limits	332
Table CC.27 – EV simulator characteristics	342
Table CC.28 – Test cases for the functional check of the IMD.....	352
Table EE.1 – Test load parameters	356
Table FF.1 – Possible combinations for multi-side B EV supply equipment	361
Table HH.1 – Key(s) and exemplary values for design verification	371

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC VEHICLE CONDUCTIVE CHARGING SYSTEM –

Part 23: DC electric vehicle supply equipment

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 61851-23 has been prepared by IEC technical committee 69: Electric power/energy transfer systems for electrically propelled road vehicles and industrial trucks. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) the structure has been rearranged according to IEC 61851-1:2017;
- b) electrical safety requirements in Clause 8 and Clause 12 have been revised based on the requirements in IEC 62477-1 and inspired by the hazard based safety approach of IEC 62368-1;

- c) test methods for checking conformity to the stated requirements have been mostly added; general provisions for compliance tests have been specified in Clause 102;
- d) specific requirements and/or information for the following functions have been added: energy transfer with thermal management system (101.2), bi-directional power transfer control (Annex DD), multi- side B separated EV supply equipment (Annex FF), and communication and energy transfer process (Annex GG);
- e) Annex AA (system A), Annex BB (system B) and Annex CC (system C) have been updated including additions in conjunction with b) and c). This document has been limited to be applicable to system A, system B and system C;
- f) the former Annex DD and Annex EE have been deleted. A new Annex EE, with the requirements for the artificial test load, has been added.
- g) a new informative annex for the touch current and the touch impulse current (Annex HH) has been added.

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

Draft	Report on voting
69/907/FDIS	69/925/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.

This document is to be read in conjunction with IEC 61851-1:2017.

The clauses of particular requirements in this document supplement or modify the corresponding clauses in IEC 61851-1:2017. Where the text of subsequent clauses indicates an "addition" to or a "replacement" of the relevant requirement, test specification or explanation of IEC 61851-1:2017, these changes are made to the relevant text of IEC 61851-1:2017, which then becomes part of this document. Where no change is necessary, the words "This clause of IEC 61851-1:2017 is applicable" are used. The new clauses which are not included in IEC 61851-1:2017 have a clause number starting from 101, for example 3.101, 101.1, etc. The annexes of this document are numbered using double-alphabet, for example Annex AA, to avoid confusion with the annexes in IEC 61851-1:2017.

In this document, the following print types are used:

- *test specifications: italic type.*
- notes: smaller roman type.

Figures in this document use L1 and N to represent the connection of the side A of the EV supply equipment to the AC supply network or DC supply network. This is only to simplify the figures and not to impose requirements.

A list of all parts in the IEC 61851 series, published under the general title *Electric vehicle conductive charging system*, can be found on the IEC website.

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.

ELECTRIC VEHICLE CONDUCTIVE CHARGING SYSTEM –

Part 23: DC electric vehicle supply equipment

1 Scope

This part of IEC 61851 applies to the EV supply equipment to provide energy transfer between the supply network and electric vehicles (EVs), with a rated maximum voltage at side A of up to 1 000 V AC or up to 1 500 V DC and a rated maximum voltage at side B up to 1 500 V DC.

This document specifies the EV supply equipment of system A, system B and system C as defined in Annex AA, Annex BB and Annex CC. Other systems are under consideration.

This document provides the requirements for bidirectional power transfer (BPT) EV supply equipment for system A, with a rated maximum voltage at side A up to 1 000 V AC or 1 500 V DC. The requirements for reverse power transfer (RPT) and BPT for system B and system C are under consideration and are not specified in this document.

Annex DD provides information about BPT.

This document does not cover all safety aspects related to maintenance.

Requirements for systems not providing simple separation or protective separation between side A and side B are under consideration.

The requirements for digital communication between EV supply equipment and the EV to control energy transfer are defined in IEC 61851-24.

Requirements for energy transfer with an automated connection device are given in IEC 61851-23-1¹.

Specific requirements for EV supply equipment with multiple vehicle connectors are provided in Annex FF.

General information about energy transfer control, signalling and digital communication is provided in Annex GG.

General information on the touch current and touch impulse current is provided in Annex HH.

Requirements for EV supply equipment without current, voltage and/or power control are under consideration.

EV supply equipment in compliance with this document are not intended to provide energy transfer to a single EV with

- multiple vehicle connectors of the same EV supply equipment, or
- multiple EV supply equipment.

Requirements for such use case are under consideration.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC AFDIS 61851-23-1:2023.

NOTE Requirements for EVs mated to an EV supply equipment are specified in ISO 17409:2020. ISO 17409 will be revised to the ISO 5474 series².

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 60038:2009, *IEC standard voltages*

IEC 60068-2-75:2014, *Environmental testing – Part 2-75: Tests – Test Eh: Hammer tests*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60227-1:2007, *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*

IEC 60245-1:2003, *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V – Part 1: General requirements*
IEC 60245-1:2003/AMD1:2007

IEC 60320-1, *Appliance couplers for household and similar general purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60364-4-43:2008, *Low-voltage electrical installations – Part 4-43: Protection for safety – Protection against overcurrent*

IEC 60364-5-53:2019, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

IEC 60364-5-54:2011, *Low-voltage electrical installations – Part 5-54: Selection and erection of electrical equipment – Earthing arrangements and protective conductors*
IEC 60364-5-54:2011/AMD1:2021

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

IEC 60479-1:2018, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60479-2:2019, *Effects of current on human beings and livestock – Part 2: Special aspects*

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

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

IEC 60811-501, *Electric and optical fibre cables – Test methods for non-metallic materials – Part 501: Mechanical tests – Tests for determining the mechanical properties of insulating and sheathing compounds*

² Under preparation.

IEC 60812:2018, *Failure modes and effects analysis (FMEA and FMECA)*

IEC 60990:2016, *Methods of measurement of touch current and protective conductor current*

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

IEC 61008-1:2010/AMD1:2012

IEC 61008-1:2010/AMD2:2013

IEC 61009-1:2009, *Residual current operated circuit-breakers with integral overcurrent protection for household and similar uses (RCBOs) – Part 1: General rules*

IEC 61009-1:2009/AMD1:2012

IEC 61009-1:2009/AMD2:2013

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61439-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

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 61540:1997, *Electrical accessories – Portable residual current devices without integral overcurrent protection for household and similar use (PRCDs)*

IEC 61540:1997/AMD1:1998

IEC 61557-8:2014, *Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1 000 V a.c. and 1 500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures – Part 8: Insulation monitoring devices for IT systems*

IEC 61558-1:2017, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 1: General requirements and tests*

IEC 61558-2-4:2021, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers for general applications*

IEC 61643 (all parts), *Low-voltage surge protective devices*

IEC 61643-11, *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods*

IEC 61643-21, *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

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

IEC 61851-21-2:2018, *Electric vehicle conductive charging system – Part 21-2: Electric vehicle requirements for conductive connection to an AC/DC supply – EMC requirements for off-board electric vehicle charging systems*

IEC 61851-24:2023, *Electric vehicle conductive charging system – Part 24: Digital communication between a DC EV charging station and an electric vehicle for control of DC charging*

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

IEC 62196-3:2022, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3: Dimensional compatibility and interchangeability requirements for DC and AC/DC pin and contact-tube vehicle couplers*

IEC TS 62196-3-1:2020, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3-1: Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for DC charging intended to be used with a thermal management system*

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

IEC 62423:2009, *Type F and type B residual current operated circuit-breakers with and without integral overcurrent protection for household and similar uses*

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

IEC 62477-1:2022, *Safety requirements for power electronic converter systems and equipment – Part 1: General*

IEC 62893-4-1:2020, *Charging cables for electric vehicles of rated voltages up to and including 0,6/1 kV – Part 4-1: Cables for DC charging according to mode 4 of IEC 61851-1 – DC charging without use of a thermal management system*

IEC Guide 115, *Application of measurement uncertainty to conformity assessment activities in the electrotechnical sector*

ISO 2719:2016, *Determination of flash point – Pensky-Martens closed cup method*

ISO 6469-3:2018³, *Electrically propelled road vehicles – Safety specifications – Part 3: Electrical safety*

ISO 7000, *Graphical symbols for use on equipment*, available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*, available at <https://www.iso.org/obp>

ISO 15118-2:2014, *Road vehicles – Vehicle-to-grid communication interface – Part 2: Network and application protocol requirements*

ISO 15118-3, *Road vehicles – Vehicle to grid communication interface – Part 3: Physical and data link layer requirements*

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

³ This publication has been withdrawn. A new edition of ISO 6469-3 (4th edition) came out in 2021.

DIN SPEC 70121:2014, *Electromobility – Digital communication between a DC EV charging station and an electric vehicle for control of DC charging in the combined charging system*

OECD 301 B, *OECD Guideline for testing of chemicals*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	398
1 Domaine d'application	401
2 Références normatives	402
3 Termes et définitions	405
3.1 Système d'alimentation électrique	405
3.2 Isolation	406
3.3 Fonctions	410
3.4 Véhicule	415
3.5 Cordons, câbles et moyens de connexion	416
3.6 Service et utilisation	416
3.7 Termes généraux	417
4 Exigences générales	425
5 Classification	425
5.101 Caractéristiques du système d'alimentation pour VE	425
5.101.1 Type de séparation	425
5.101.2 Système de commande	425
5.101.3 Système	425
5.101.4 Système de gestion thermique	425
5.101.5 Réseau de distribution d'énergie	426
6 Modes de charge et fonctions	426
6.2 Modes de charge	426
6.2.1 Mode 1	426
6.2.2 Mode 2	426
6.2.3 Mode 3	426
6.3 Fonctions fournies dans le Mode 4	426
6.3.1 Fonctions obligatoires dans le Mode 4	426
6.3.2 Fonctions facultatives pour le Mode 4	449
7 Communications	450
7.1 Communication numérique entre le système d'alimentation pour VE et le VE	450
7.1.101 Interface de communication de base	451
8 Protection contre les chocs électriques	451
8.101 Dispositions générales	451
8.101.1 Généralités	451
8.101.2 Utilisation prévue et mauvaise utilisation raisonnablement prévisible	452
8.101.3 Limitation du courant de contact ou de la tension de contact	452
8.101.4 Seuil de perception et réaction de tressaillement	452
8.102 Protection principale	455
8.102.1 Généralités	455
8.102.2 Protection au moyen d'une isolation principale des parties actives	455
8.102.3 Protection au moyen d'enveloppes ou de barrières	455
8.102.4 Protection par limitation de tension	456
8.102.5 Protection par limitation du courant de contact en régime établi	457
8.103 Protection en cas de défaut	457
8.103.1 Généralités	457
8.103.2 Liaison équipotentielle de protection	458

8.103.3	Continuité effective du conducteur de protection entre l'enveloppe et le circuit de protection externe.....	458
8.103.4	Déconnexion automatique de l'alimentation	458
8.103.5	Isolation supplémentaire.....	458
8.103.6	Protection par écran (électrique).....	458
8.104	Disposition de protection renforcée.....	459
8.104.1	Généralités.....	459
8.104.2	Double isolation ou isolation renforcée	459
8.104.3	Séparation de protection entre les circuits	459
8.105	Exigences relatives à un système d'alimentation pour VE avec séparation électrique.....	459
8.105.1	Généralités.....	459
8.105.2	Liaison équipotentielle du côté B	462
8.105.3	Impédance du conducteur de protection du côté B.....	462
8.105.4	Degrés de protection contre l'accès aux parties actives dangereuses	464
8.105.5	Barrières d'isolement.....	464
8.105.6	Énergie emmagasinée	466
8.105.7	Déconnexion du véhicule.....	466
8.105.8	Conducteur de mise à la terre de protection à partir du réseau d'alimentation	467
8.105.9	Dispositifs de protection contre le courant résiduel	467
8.105.10	Exigences de sécurité des circuits auxiliaires entre le système d'alimentation pour VE et le VE	468
8.105.11	Dimension de la section du conducteur de protection	468
9	Exigences relatives à l'interface électrique conductrice	468
9.1	Généralités	468
9.5	Description fonctionnelle de l'interface en courant continu	469
9.7	Câblage du conducteur neutre	469
9.101	Évitement d'une coupure sous charge.....	469
10	Exigences relatives aux adaptateurs.....	469
11	Exigences relatives au câble de charge.....	470
11.1	Généralités	470
11.6	Réduction des contraintes.....	471
11.6.101	Réduction des contraintes du câble de charge du côté B du système d'alimentation pour VE.....	471
11.6.102	Essai de fixation du câble de charge du côté B.....	471
11.101	Rupture du câble	474
11.102	Température de surface du câble de charge du côté B.....	474
12	Exigences et essais de conception du système d'alimentation pour VE	476
12.1	Généralités	476
12.2	Caractéristiques des dispositifs mécaniques de coupure.....	476
12.2.5	Relais	476
12.3	Distances d'isolement et lignes de fuite	476
12.4	Degrés IP	477
12.4.1	Degrés de protection contre les corps étrangers solides et l'eau pour les enveloppes	477
12.5	Résistance d'isolement	477
12.6	Courant de contact	477
12.6.101	Limite du courant de contact.....	477
12.6.102	Essai	478

12.6.103	Mesures de protection pour le courant de contact d'essai supérieur à 3,5 mA.....	479
12.7	Tension de tenue diélectrique	479
12.7.2	Tension de tenue aux chocs	479
12.7.101	Suppression des surtensions transitoires du côté A (coordination d'isolement).....	479
12.7.102	Protection contre les surtensions transitoires d'origine atmosphérique ou dues à une commutation	482
12.8	Échauffement.....	484
12.9	Essai fonctionnel de chaleur humide	484
12.10	Essai fonctionnel à température minimale	484
12.11	Résistance mécanique	484
12.101	Courant du côté A	486
12.102	Câbles d'alimentation.....	486
12.102.1	Généralités	486
12.102.2	Section	486
12.102.3	Fixation des câbles et réduction des contraintes appliquées aux câbles d'alimentation fixés à demeure	488
12.103	Essai de réduction des contraintes.....	489
12.104	Essais de fonctionnement anormal et de conditions de défaut simulées	489
12.104.1	Généralités	489
12.104.2	Critères de réussite	490
12.104.3	Essai de panne de composants	490
12.104.4	Essai de perte de phase d'alimentation en courant alternatif.....	491
12.104.5	Essai de moteur de ventilateur inopérant.....	491
12.104.6	Essai de filtre colmaté	491
12.105	Protection contre l'incendie d'origine électrique	492
12.105.1	Généralités	492
12.105.2	Enveloppe ignifuge	492
12.106	Protection contre les dangers chimiques.....	492
12.106.1	Type de fluide de refroidissement	492
12.106.2	Inflammabilité	493
12.106.3	Compatibilité du matériau	493
12.107	Enveloppes	493
12.107.1	Généralités	493
12.107.2	Résistance des matériaux et des parties.....	494
12.107.3	Essais d'intégrité de l'enveloppe.....	494
12.108	Composants franchissant l'isolement	494
12.108.1	Généralités	494
12.108.2	Condensateurs	495
12.109	Transformateurs de séparation des circuits.....	495
13	Protection contre les surcharges et protection contre les courts-circuits	495
13.1	Généralités	495
13.2	Protection contre les surcharges du câble de charge	496
13.3	Protection contre les courts-circuits du câble de charge.....	496
13.101	Protection contre les courts-circuits de la connexion en courant continu au cours du transfert d'énergie	496
14	Réenclenchement automatique des dispositifs de protection	497
15	Coupure ou déconnexion d'urgence (facultative)	497
16	Marquage et instructions	497

16.1	Manuel d'installation des bornes de charge pour VE	497
16.2	Manuel de l'utilisateur pour les systèmes d'alimentation pour VE	499
16.3	Marquage du système d'alimentation pour VE	499
16.4	Marquage des câbles de charge (cas B)	499
101	Exigences particulières relatives aux systèmes d'alimentation pour VE	500
101.1	Exigences particulières relatives aux systèmes d'alimentation pour VE avec séparation électrique	500
101.1.1	Plages de fonctionnement pour la tension, le courant et la puissance du côté B	500
101.1.2	Tolérance sur la tension et le courant du côté B	501
101.1.3	Retard de contrôle du courant actuel du côté B dans le mode CCM	503
101.1.4	Vitesse décroissante du courant actuel du côté B	507
101.1.5	Écart périodique et aléatoire (ondulation du courant du côté B en mode CCM)	508
101.1.6	Écart périodique et aléatoire (ondulation de la tension du côté B en mode CVM)	509
101.1.7	Chute de charge	510
101.1.8	Inductance du côté B	510
101.2	Exigence spécifique relative au transfert d'énergie avec un système de gestion thermique ou une détection thermique uniquement	512
101.2.1	Généralités	512
101.2.2	Limites de température et autodiagnostic	512
101.2.3	Surveillance de la température	513
101.2.4	Essais des performances du système de gestion thermique du système d'alimentation pour VE	514
101.3	Exigences particulières relatives au transfert d'énergie à régulation de température	524
102	Méthodes d'essai	524
102.1	Données techniques	524
102.2	Conditions générales d'essai	524
102.2.1	Conditions d'essai ambiantes	524
102.2.2	Instruments de mesure	525
102.2.3	Montages d'essai	525
102.2.4	Charge d'essai	529
102.2.5	Points de fonctionnement pour les essais	531
Annexes	533
Annexe AA (normative)	Système d'alimentation pour VE du système A	534
AA.1	Généralités	534
AA.2	Schéma de circuit	534
AA.3	Exigences spécifiques à la sécurité	537
AA.3.1	Protection en cas de défaut du côté B	537
AA.3.2	Mise hors tension de l'alimentation vers le VE	541
AA.3.3	Mesurage de la tension des parties actives du côté B (CC+/CC-) pour le décrochage de la prise mobile de véhicule	542
AA.3.4	Protection contre les surintensités du côté B	542
AA.3.5	Protection contre les courts-circuits du côté B	542
AA.3.6	Surveillance de l'accrochage pour la prise mobile de véhicule	543
AA.3.7	Protection du dispositif de déconnexion du VE	545
AA.3.8	Conditions de défaut et critères de passage à un arrêt dû à une erreur ou à un arrêt d'urgence	545

AA.3.9	Limitation du courant d'appel par le système d'alimentation pour VE	551
AA.3.10	Régulation du courant actuel du côté B en mode CCM	551
AA.3.11	Écart périodique et aléatoire (ondulation du courant du côté B en mode CCM).....	552
AA.3.12	Protection contre les surtensions y compris la chute de charge	553
AA.3.13	Alimentation du VE pour l'actionnement du dispositif de déconnexion du VE	554
AA.3.14	Impédance du circuit côté B.....	555
AA.3.15	Assistance de détection de soudure	555
AA.3.16	Exigences spécifiques relatives au transfert d'énergie à régulation de température.....	556
AA.4	Processus TPD et communication entre le système d'alimentation pour VE et le VE pour le contrôle de transfert d'énergie	556
AA.4.1	États de transfert de puissance direct.....	556
AA.4.2	Mesures de communication	559
AA.4.3	Processus de contrôle du transfert de puissance direct	559
AA.4.4	Mesure du courant et de la tension du côté B	569
AA.5	Réponse à une commande du VE relative au courant de charge	571
AA.6	Transfert de puissance bidirectionnel (facultatif)	573
AA.6.1	Généralités.....	573
AA.6.2	Schéma de circuit.....	573
AA.6.3	Exigences fonctionnelles	575
AA.6.4	Processus de contrôle du transfert de puissance bidirectionnel	578
AA.7	Fonctions facultatives	585
AA.7.1	Généralités.....	585
AA.7.2	Vérification de la compatibilité	585
AA.7.3	Contrôle dynamique.....	585
AA.7.4	Contrôle haute intensité.....	587
AA.7.5	Contrôle haute tension.....	587
AA.8	Essai de conformité de l'arrêt déclenché par l'utilisateur	587
AA.9	Exigences particulières relatives au transfert d'énergie avec un système de gestion thermique	587
Annexe BB (normative)	Système d'alimentation pour VE du système B	589
BB.1	Généralités	589
BB.2	Schémas de circuits.....	589
BB.2.1	Schéma de circuit.....	589
BB.2.2	Exigences relatives au CPI et au circuit de décharge.....	591
BB.3	Paramètres du circuit du fil pilote.....	591
BB.4	Processus de contrôle du transfert de puissance direct en condition normale	592
BB.4.1	Régulation du côté B	592
BB.4.2	Mesure du courant et de la tension	592
BB.4.3	Confirmation d'accouplement du connecteur de véhicule	594
BB.4.4	Séquence de contrôle du transfert de puissance direct	594
BB.4.5	Arrêt normal	596
BB.5	Exigences de sécurité dans le mode de défaillance	597
BB.5.1	Arrêt dû à une erreur et arrêt d'urgence.....	597
BB.5.2	Interrompre le transfert d'énergie en raison d'un défaut du système d'alimentation pour VE.....	599
BB.5.3	Interrompre le transfert d'énergie en raison d'un défaut du VE.....	600
BB.5.4	Temporisation de communication numérique	600

BB.5.5	Perte de la continuité électrique du fil pilote	601
BB.5.6	Défaut de surtension	602
BB.5.7	Chute de charge	603
BB.5.8	Protection contre les courts-circuits du côté B	603
BB.5.9	Surveillance de verrouillage et d'accrochage pour la prise mobile de véhicule	604
BB.5.10	Protection contre les surintensités du côté B	604
BB.5.11	Surveillance du défaut d'isolement.....	605
BB.6	Diagramme de séquence temporelle du transfert de puissance direct	606
BB.7	Régulation du courant du côté B en mode CCM	607
BB.8	Vérification de la résistance d'isolement avant le transfert d'énergie	609
BB.9	Régulation de la tension du côté B en mode CVM.....	611
BB.10	Écart périodique et aléatoire (ondulation de la tension du côté B en mode CVM)	613
BB.11	Mode de contrôle du transfert d'énergie	614
BB.11.1	Définition	614
BB.11.2	Processus type de transfert de puissance direct	614
BB.12	Mode veille	616
BB.13	Charge intelligente.....	616
BB.14	Section minimale du conducteur de protection	616
Annexe CC (normative)	Système d'alimentation pour VE du système C.....	617
CC.1	Généralités	617
CC.2	Schémas de circuits.....	617
CC.2.1	Généralités.....	617
CC.2.2	Schéma de circuit pour la configuration EE.....	617
CC.2.3	Schéma de circuit pour la configuration FF	620
CC.2.4	Côté B désactivé	622
CC.3	Processus de transfert d'énergie.....	624
CC.3.1	Généralités.....	624
CC.3.2	Démarrage normal.....	627
CC.3.3	Arrêt normal ou pause après transfert d'énergie	635
CC.3.4	Gestion des erreurs et des urgences	639
CC.3.5	Pause par le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	655
CC.3.6	Renégociation déclenchée par le VE ou le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	667
CC.4	Fonctions relatives à la sécurité.....	672
CC.4.1	Mesures de sécurité pour le côté B.....	672
CC.4.2	Fonction d'accrochage du connecteur de véhicule	676
CC.4.3	Perte de la continuité électrique du conducteur du fil pilote	677
CC.4.4	Perte de la continuité électrique du conducteur de protection de proximité	677
CC.4.5	Vérification de tension à l'initialisation	677
CC.4.6	Section minimale du conducteur de protection	677
CC.4.7	Perte de la continuité électrique du conducteur de protection	677
CC.5	Fonctions complémentaires	678
CC.5.1	Précharge.....	678
CC.5.2	Méthodes de redémarrage du mode veille et de la session de communication	680

CC.5.3	Activation de l'interrupteur (S_{S3}) de position d'accrochage de la prise mobile de véhicule de configuration EE	689
CC.5.4	Vérification de l'interrupteur (S_{S3}) de position d'accrochage de la prise mobile de véhicule de configuration EE	690
CC.5.5	Gestion des plages de fonctionnement	690
CC.5.6	Vérification de la compatibilité	697
CC.5.7	Considérations relatives aux modes CCM, CVM et CPM (informative)	702
CC.6	Exigences spécifiques	704
CC.6.1	Exigences relatives à la chute de charge	704
CC.6.2	Régulation du courant du côté B	704
CC.6.3	Mesure du courant et de la tension du côté B	704
CC.6.4	Protection contre les surintensités du côté B	705
CC.7	Conditions générales d'essai	705
CC.7.1	Points de fonctionnement – Définitions	705
CC.7.2	Montage d'essai classique	707
CC.7.3	Définition des valeurs mesurées du côté B	707
CC.7.4	Exemple d'approche de réglage d'un point d'essai en mode CCM	707
CC.7.5	Cas d'essai	710
Annexe DD (informative)	Contrôle du transfert de puissance bidirectionnel	777
DD.1	Généralités	777
DD.2	Transfert de puissance direct (TPD) et transfert de puissance inverse (TPI)	777
Annexe EE (normative)	Vérification de l'impédance de la charge d'essai	778
EE.1	Généralités	778
EE.2	Vérification de la courbe de réponse	778
EE.3	Montage d'essai pour la vérification de la charge d'essai (informative)	781
EE.4	Résultat	782
Annexe FF (normative)	Système d'alimentation pour VE avec séparation électrique à plusieurs côtés B	783
FF.1	Généralités	783
FF.2	Classification et cas d'utilisation du système d'alimentation pour VE à plusieurs côtés B	783
FF.2.1	Fonctionnement du système	783
FF.2.2	Système du côté B	783
FF.2.3	Configuration	783
FF.3	Exigences de construction d'un système du côté B	786
FF.3.1	Exigences de construction d'un système du côté B selon l'Annexe AA	786
FF.3.2	Exigences de construction d'un système du côté B selon l'Annexe BB	786
FF.3.3	Exigences de construction d'un système du côté B selon l'Annexe CC	786
FF.4	Performances du système du côté B	786
FF.4.1	Exigences de performances générales	786
FF.4.2	Performances des systèmes d'alimentation pour VE à plusieurs côtés B assurant un fonctionnement simultané	787
FF.5	Exigences de sécurité	787
FF.5.1	Exigences de sécurité générales	787
FF.5.2	Protection contre les courts-circuits	787
FF.5.3	Protection contre les surcharges	787
FF.5.4	Accès aux parties actives par l'intermédiaire d'une prise mobile de véhicule non accouplée au cours du transfert d'énergie	788
FF.5.5	Exigences de sécurité supplémentaires des systèmes d'alimentation pour VE à plusieurs côtés B assurant un fonctionnement simultané	788

FF.5.6	Diagnostic du dispositif de déconnexion mécanique dans le système du côté B	788
FF.5.7	Parties actives du côté B interconnectées (CC+/CC-) d'un système d'alimentation pour VE à plusieurs côtés B	789
Annexe GG (informative) Processus de communication et de transfert d'énergie entre le système d'alimentation pour VE et le VE		790
GG.1	Généralités	790
GG.2	Configuration du système	790
GG.3	Processus de contrôle et état du transfert d'énergie	790
GG.3.1	Généralités	790
GG.3.2	Description du stade de l'initialisation	791
GG.3.3	Description du stade du transfert d'énergie	791
GG.3.4	Description du stade de l'arrêt	792
Annexe HH (informative) Courant de contact et courant de choc de contact		793
HH.1	Généralités	793
HH.2	Courant à travers le corps humain	799
HH.3	Seuils dépendant des conditions	800
HH.4	Dangers dus à une fuite entre les parties actives du côté B et le conducteur de protection	801
HH.5	Tensions symétriques et asymétriques sur les parties actives du côté B (CC+/CC-)	802
HH.6	Contrôleur d'isolement	802
HH.7	Temps de réaction du CPI	803
HH.8	Conclusion	803
Bibliographie		805
Figure 101 – Exemple de session de couplage		411
Figure 102 – Tension V_{T8} à appliquer pour simuler une surtension de courte durée du côté B entre CC+ et CC-		437
Figure 103 – Tensions typiques entre les parties actives du côté B (CC+ et CC-) et le conducteur de protection en fonctionnement normal		441
Figure 104 – Connexion du CPI qui produit une tension supérieure aux limites de tension maximale		443
Figure 105 – Exemples de défaut entre le circuit secondaire et le conducteur de protection		446
Figure 106 – Mesurage du courant de fuite de contact		454
Figure 107 – Temps de contact – Tension continue en condition de premier défaut (humide, du bout des doigts aux pieds)		456
Figure 108 – Barrières d'isolement		464
Figure 109 – Types de construction des adaptateurs de véhicules		470
Figure 110 – Appareil d'essai de fixation du câble de charge du côté B		472
Figure 111 – Montage d'essai de fixation du câble de charge du côté B		473
Figure 112 – Exemple de câble de charge du côté B équipé d'une poignée et apposé d'une étiquette d'avertissement fixée sur le câble		475
Figure 113 – Exemple de montage d'un SPD pour la protection du système d'alimentation pour VE contre les transitoires		481
Figure 114 – Exemple d'ensemble de SPD avec SPD à commutation de tension entre les conducteurs sous tension du côté B (CC+/CC-) et le conducteur de protection		483
Figure 115 – Symbole ISO 7000-0434B:2004-01		498

Figure 116 – Tolérances sur la tension du côté B en mode CVM.....	502
Figure 117 – Retard de contrôle du courant pour une demande de courant croissant.....	505
Figure 118 – Retard de contrôle du courant pour une demande de contrôle du courant décroissant.....	506
Figure 119 – Tension du côté B en fonctionnement en mode CVM en régime établi avec ondulation	510
Figure 120 – Configuration de mesure de l'inductance maximale du côté B	511
Figure 121 – Dispositif de référence A_0	515
Figure 122 – Disposition d'essai A_0	516
Figure 123 – Dispositif de référence DR A_1	516
Figure 124 – Disposition d'essai A_1	517
Figure 125 – Dispositif de référence DR C_0	518
Figure 126 – Disposition d'essai C_0	519
Figure 127 – Dispositif de référence DR C_1	519
Figure 128 – Disposition d'essai C_1	520
Figure 129 – Montage d'essai général pour le système A.....	526
Figure 130 – Montage d'essai général pour le système B.....	527
Figure 131 – Montage d'essai général pour le système C	528
Figure 132 –Exemple de charge d'essai.....	530
Figure 133 – Points de fonctionnement.....	532
Figure AA.1 – Schéma de circuit global du système d'alimentation pour VE pour système A et du VE	535
Figure AA.2 – Principe de la détection de défaillance par détection du courant de fuite continu.....	539
Figure AA.3 – Exemple de circuit de surveillance de l'accrochage d'une prise mobile de véhicule	544
Figure AA.4 – Exemple de socle de connecteur de véhicule dont le support de verrou est recouvert d'une plaque métallique qui empêche le maintien du verrou	545
Figure AA.5 – Organigramme pour le transfert de puissance direct.....	561
Figure AA.6 – Diagramme de séquence pour le transfert de puissance direct	563
Figure AA.7 – Représentation du retard entre le mesurage et la transmission de communication numérique pour le système A	569
Figure AA.8 – Plage acceptable du courant mesuré du côté B (courant cible du VE $I_{EV_trg} = 50$ A).....	571
Figure AA.9 – Variation du courant cible demandé par le VE	572
Figure AA.10 – Performances du côté B du système d'alimentation pour VE.....	573
Figure AA.11 – Schéma de circuit d'un système d'alimentation pour VE à TPB pour système A et VE	575
Figure AA.12 – Organigramme pour le transfert de puissance bidirectionnel.....	582
Figure AA.13 – Diagramme de séquence pour le transfert de puissance bidirectionnel	584
Figure AA.14 – Transition du courant maximal applicable du système d'alimentation pour VE du côté B et courant cible du VE lors du contrôle dynamique.....	586
Figure BB.1 – Schéma de circuit du système d'alimentation pour VE pour système B.....	590
Figure BB.2 – Représentation du retard entre le courant et la tension mesurés du côté B et la transmission de la communication numérique pour le système B.....	592
Figure BB.3 – Séquence de contrôle du TPD pour le système B	596

Figure BB.4 – Diagramme de séquence temporelle du TPD	607
Figure BB.5 – Points de fonctionnement et points d'essai pour la régulation du courant du côté B en mode CCM	608
Figure BB.6 – Points de fonctionnement et points d'essai pour la régulation de la tension du côté B en mode CVM	613
Figure BB.7 – Définition de CCM, CVM et CPM	614
Figure BB.8 – Processus type de TPD	615
Figure CC.1 – Schéma de circuit pour un système d'alimentation pour VE pour système C de configuration EE	618
Figure CC.2 – Schéma de circuit pour un système d'alimentation pour VE pour système C de configuration FF	621
Figure CC.3 – Côté B désactivé équivalent du système d'alimentation pour VE	623
Figure CC.4 – Exemple de diagramme de séquences	627
Figure CC.5 – Diagramme de séquences pour le démarrage normal	629
Figure CC.6 – Diagramme de séquences pour un arrêt normal ou une pause après transfert d'énergie par le VE ou le système d'alimentation pour VE	636
Figure CC.7 – Diagramme de séquences pour l'arrêt dû à une erreur à l'initiative du système d'alimentation pour VE et du VE	641
Figure CC.8 – Diagramme de séquences pour l'arrêt dû à une erreur à l'initiative du VE fondé sur la SPEC DIN 70121 au cours du transfert d'énergie	645
Figure CC.9 – Diagramme de séquence pour un arrêt d'urgence exécuté par le VE	649
Figure CC.10 – Diagramme de séquence pour un arrêt d'urgence exécuté par le système d'alimentation pour VE	653
Figure CC.11 – Diagramme de séquence pour une pause avant la phase de vérification du câble exécutée par le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	657
Figure CC.12 – Diagramme de séquence pour la pause après la phase de précharge et avant le stade du transfert d'énergie par le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	662
Figure CC.13 – Diagramme de séquence pour la renégociation déclenchée par le VE ou le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	669
Figure CC.14 – Circuit équivalent le plus défavorable pendant la précharge	679
Figure CC.15 – Séquence de méthodes de redémarrage pour le système d'alimentation pour VE	682
Figure CC.16 – Vérification de la méthode de redémarrage avec le système d'alimentation pour VE	683
Figure CC.17 – Exemple de transition B1 – B2	685
Figure CC.18 – Exemple de transition B1 – E – B1 – B2	685
Figure CC.19 – Exemple de transition B1 – F – B1 – B2	686
Figure CC.20 – Séquence de méthodes de redémarrage pour le VE	688
Figure CC.21 – Exemple de commutateur B – C – B	689
Figure CC.22 – Points de fonctionnement	706
Figure CC.23 – Approche d'un point d'essai TP unique en mode CCM (exemple 1)	709
Figure CC.24 – Approche de plusieurs points d'essai TP _n en mode CCM (exemple 2)	710
Figure CC.25 – Points d'essai TP _n	719
Figure CC.26 – Tension au niveau de la prise mobile de véhicule	728
Figure CC.27 – Points d'essai TP _n pour l'essai de chute de charge	731

Figure CC.28 – Matrice de points d’essai pour la régulation du courant du côté B en mode CCM, y compris l’écart statique et l’ondulation	735
Figure CC.29 – Séquence de points d’essai pour la régulation du courant du côté B en mode CCM.....	738
Figure CC.30 – Matrice de points d’essai pour le mode 0 A pendant le transfert d’énergie.....	740
Figure CC.31 – Matrice de points d’essai pour la régulation de la tension du côté B en mode CVM pendant la précharge	743
Figure CC.32 – Matrice de points d’essai pour le retard de contrôle du courant de charge en mode CCM	749
Figure CC.33 – Séquence de points d’essai.....	751
Figure CC.34 – Points d’essai pour le mesurage de la tension pendant la détection de soudure	767
Figure CC.35 – Montage d’essai pour les connexions de mesure du CPI	774
Figure EE.1 – Amplitude de l’impédance de la charge d’essai entre CC+ et CC– pour le système A et le système B	779
Figure EE.2 – Amplitude de l’impédance de la charge d’essai entre CC+ et CC– pour le système A pour les mesurages de l’ondulation du courant	780
Figure EE.3 – Amplitude de l’impédance de la charge d’essai entre CC+ et CC– pour le système C.....	780
Figure EE.4 – Montage d’essai pour la vérification de la charge d’essai.....	781
Figure FF.1 – Exemple de système d’alimentation pour VE à plusieurs côtés B avec un CEP unique	785
Figure FF.2 – Exemple de système d’alimentation pour VE à plusieurs côtés B avec plusieurs CEP	785
Figure HH.1 – Circuit équivalent du VE et du système d’alimentation pour VE	794
Figure HH.2 – Simplification du schéma de circuit du circuit représenté à la Figure HH.1	797
Figure HH.3 – Schéma de circuit équivalent de Thevenin du circuit représenté à la Figure HH.1	797
Figure HH.4 – Courant de fuite et courant de choc par rapport aux limites définies dans la série IEC 60479	798
Figure HH.5 – Exemples de circuits avec courant de choc et courant de fuite équivalents à travers le corps humain	799
Tableau 101 – Critère de vérification	428
Tableau 102 – Données/message pour l’essai de vérification de la compatibilité	433
Tableau 103 – Seuil de tension pour la réaction d’arrêt d’urgence pour le système B et le système C.....	434
Tableau 104 – Réaction du système d’alimentation pour VE selon la tension actuelle du côté B	435
Tableau 105 – Essais de conformité pour la protection contre les surtensions du côté B entre CC+ et CC–	435
Tableau 106 – Montage de la charge d’essai pour l’essai de protection contre les surtensions	436
Tableau 107 – Données/messages pour l’essai de protection contre les surtensions	436
Tableau 108 – Condition de surtension et critère de vérification	437
Tableau 109 – Essai d’intégrité de l’alimentation du circuit de commande.....	438
Tableau 110 – Tension de contact en fonctionnement normal	457

Tableau 111 – Tension de contact en condition de premier défaut	457
Tableau 112 – Dispositions de sécurité pour la protection contre les chocs électriques pour le système d'alimentation pour VE du côté B	460
Tableau 113 – Mesures de protection minimales.....	465
Tableau 114 – Valeurs d'essai de la force de traction et du couple pour la fixation du câble de charge du côté B	474
Tableau 115 – Limites du courant de contact.....	477
Tableau 116 – Tailles des conducteurs de câble d'alimentation	487
Tableau 117 – Force de traction de la réduction des contraintes appliquées aux câbles	488
Tableau 118 – Limite de l'ondulation du courant du système d'alimentation pour VE.....	508
Tableau 119 – Valeurs des paramètres d'essai.....	520
Tableau 120 – Paramètres de circuit recommandés de la charge d'essai.....	531
Tableau AA.1 – Définition des symboles du schéma de circuit global d'un système d'alimentation pour VE pour système A.....	536
Tableau AA.2 – Paramètres et valeurs du schéma de circuit pour un système d'alimentation pour VE pour système A.....	537
Tableau AA.3 – Principe de la protection en cas de défaut.....	538
Tableau AA.4 – Exigences relatives à la surveillance du défaut de courant de fuite à la terre.....	540
Tableau AA.5 – Temps d'arrêt dû à une erreur et critères associés.....	546
Tableau AA.6 – Action et paramètre de message pour arrêt dû à une erreur déclenché par le système d'alimentation pour VE	548
Tableau AA.7 – Action et paramètre de message pour l'arrêt dû à une erreur déclenché par le VE.....	549
Tableau AA.8 – Temps d'arrêt d'urgence et critères associés	550
Tableau AA.9 – Actions et critères d'arrêt d'urgence	550
Tableau AA.10 – Montage pour système A de la charge d'essai pour la régulation du courant actuel du côté B en mode CCM	551
Tableau AA.11 – Étapes recommandées pour système A pour la régulation du courant actuel du côté B en mode CCM.....	552
Tableau AA.12 – Spécification de l'instrument de mesure	553
Tableau AA.13 – Seuil de tension pour arrêt d'urgence.....	554
Tableau AA.14 – Courant de pointe maximal pour le système d'alimentation pour VE pour système A.....	556
Tableau AA.15 – États du système d'alimentation pour VE à TPD.....	557
Tableau AA.16 – Processus de contrôle et états du système d'alimentation pour VE à TPD	558
Tableau AA.17 – Scénarios d'essai.....	565
Tableau AA.18 – Temps d'arrêt normal et critères associés	566
Tableau AA.19 – Actions et paramètres de message pour un arrêt normal.....	566
Tableau AA.20 – Spécification recommandée du courant cible du VE	571
Tableau AA.21 – Exigences relatives aux performances du côté B du système d'alimentation pour VE.....	572
Tableau AA.22 – Montage de la charge d'essai pour la protection contre les sous-tensions au niveau de la prise mobile de véhicule.....	577
Tableau AA.23 – États de TPB du système d'alimentation pour VE à TPB	578

Tableau AA.24 – Processus de contrôle du TPB du système d'alimentation pour VE à TPB	579
Tableau AA.25 – Sélection des mesures de protection contre les températures excessives	588
Tableau AA.26 – Mesures de protection contre les températures excessives	588
Tableau BB.1 – Valeurs de paramètre du circuit de commande pour le TPD	591
Tableau BB.2 – Temps d'arrêt dû à une erreur et critères associés	597
Tableau BB.3 – Temps d'arrêt d'urgence et critères associés	598
Tableau BB.4 – Essai de réaction à l'arrêt d'urgence avec plages de tension du simulateur de VE	602
Tableau BB.5 – Montage de la charge d'essai pour la régulation du courant du côté B en mode CCM	608
Tableau BB.6 – Étapes recommandées pour la régulation du courant minimal du côté B en mode CCM	609
Tableau BB.7 – Étapes recommandées pour la régulation de la tension du côté B en mode CVM	611
Tableau CC.1 – Connecteurs de véhicule pour le système C	617
Tableau CC.2 – Valeurs de composants et tolérances pour la configuration EE	619
Tableau CC.3 – Tensions de pilote de proximité	620
Tableau CC.4 – Valeurs de composants et tolérances pour la configuration FF	621
Tableau CC.5 – Limites applicables aux composants pour le côté B désactivé du système d'alimentation pour VE	624
Tableau CC.6 – Mapping des codes de messages pour le diagramme de séquences	625
Tableau CC.7 – Exemple de description d'une séquence	627
Tableau CC.8 – Description de séquences pour le démarrage normal	630
Tableau CC.9 – Description de séquences pour un arrêt normal ou une pause après transfert d'énergie par le VE ou le système d'alimentation pour VE	637
Tableau CC.10 – Aperçu des cas d'arrêt dû à une erreur ou d'arrêt d'urgence	639
Tableau CC.11 – Description de séquences pour l'arrêt dû à une erreur à l'initiative du système d'alimentation pour VE et du VE	642
Tableau CC.12 – Diagramme de description pour l'arrêt dû à une erreur à l'initiative du VE fondé sur la SPEC DIN 70121 au cours du transfert d'énergie	646
Tableau CC.13 – Diagramme de séquence d'un arrêt d'urgence exécuté par le VE	650
Tableau CC.14 – Diagramme de séquence d'un arrêt d'urgence exécuté par le système d'alimentation pour VE	654
Tableau CC.15 – Description de séquence pour une pause avant la phase de vérification du câble exécutée par le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	658
Tableau CC.16 – Description de séquence pour la pause après la phase de précharge et avant le stade du transfert d'énergie par le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	663
Tableau CC.17 – Description de la séquence de renégociation déclenchée par le VE ou le système d'alimentation pour VE (application de l'ISO 15118-2:2014)	670
Tableau CC.18 – États d'isolement et réaction du système d'alimentation pour VE en fonction de la résistance d'isolement	676
Tableau CC.19 – Valeurs de calcul du système d'alimentation pour VE pendant la précharge fondée sur Figure CC.14	679
Tableau CC.20 – Modes de contrôle du transfert d'énergie à différents stades/phases de la session de communication	702

Tableau CC.21 – Courant et tension cibles du simulateur de VE.....	722
Tableau CC.22 – Limites de l’ondulation du courant.....	723
Tableau CC.23 – Valeurs de composantes pour l’essai de limite du courant d’appel	733
Tableau CC.24 – Limites de l’ondulation du courant.....	739
Tableau CC.25 – Valeurs de montage d’essai pour la mesure de la régulation de la tension du côté B en mode CVM pendant la précharge	744
Tableau CC.26 – Limites de l’ondulation du courant.....	754
Tableau CC.27 – Caractéristiques du simulateur de VE	765
Tableau CC.28 – Cas d’essai pour la vérification fonctionnelle du CPI.....	775
Tableau EE.1 – Paramètres de la charge d’essai	779
Tableau FF.1 – Combinaisons possibles pour le système d’alimentation pour VE à plusieurs côtés B	784
Tableau HH.1 – Élément(s) clé(s) et exemples de valeurs pour la vérification de conception	795

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈME DE CHARGE PAR CONDUCTION POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES –

Partie 23: Système d'alimentation en courant continu pour 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété. À la date de publication du présent document, l'IEC n'a reçu aucune déclaration relative à des droits de brevets, qui pourraient être exigés pour la mise en œuvre du présent document. Toutefois, il est rappelé aux responsables de cette mise en œuvre qu'il ne s'agit peut-être pas des informations les plus récentes, qui peuvent être obtenues dans la base de données 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 61851-23 a été établie par le comité d'études 69 de l'IEC: Véhicules électriques destinés à circuler sur la voie publique et chariots de manutention électriques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) la structure du présent document a été réorganisée conformément à l'IEC 61851-1:2017;
- b) les exigences de sécurité électrique de l'Article 8 et de l'Article 12 ont été révisées en se fondant sur les exigences de l'IEC 62477-1 et en s'inspirant des principes de la sécurité fondée sur le danger de l'IEC 62368-1;
- c) des méthodes d'essai de vérification de la conformité aux exigences établies ont été ajoutées. Des dispositions générales relatives aux essais de conformité ont été spécifiées à l'Article 102;
- d) des exigences et/ou informations spécifiques relatives aux fonctions suivantes ont été ajoutées: transfert d'énergie avec système de gestion thermique (101.2), contrôle de transfert de puissance bidirectionnel (Annexe DD), système d'alimentation pour VE avec séparation électrique à plusieurs côtés B (Annexe FF) et processus de communication et de transfert d'énergie (Annexe GG);
- e) l'Annexe AA (système A), l'Annexe BB (système B) et l'Annexe CC (système C) ont été mises à jour avec intégration des ajouts conjointement à b) et c). Le présent document a été limité au système A, au système B et au système C;
- f) les anciennes Annexe DD et Annexe EE ont été supprimées. Une nouvelle Annexe EE, qui comprend les exigences relatives à la charge d'essai artificielle, a été ajoutée;
- g) une nouvelle annexe informative relative au courant de contact et au courant de choc de contact (Annexe HH) a été ajoutée.

La présente version bilingue (2024-06) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2023-12.

La version française de cette 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/publications.

Ce document doit être lu conjointement avec l'IEC 61851-1:2017.

Les articles d'exigences particulières dans la présente norme complètent ou modifient les articles correspondants de l'IEC 61851-1:2017. Lorsque le texte des articles ci-après indique une "addition" ou un "remplacement" de l'exigence correspondante, de la spécification d'essai ou de l'explication de la Partie 1, ces modifications sont apportées au texte concerné de la Partie 1, qui devient alors une partie du présent document. Lorsqu'aucune modification n'est nécessaire, les mots "Cet article de la Partie 1 est applicable" sont utilisés. La numérotation des nouveaux articles qui ne sont pas inclus dans la Partie 1 commence à 101 (3.101, 101.1, etc.). Les annexes du présent document sont désignées par deux lettres (Annexe AA, par exemple) afin d'éviter toute confusion avec les annexes de la Partie 1.

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

- *spécifications d'essai: caractères italiques.*
- notes: petits caractères romains.

Les figures du présent document utilisent L1 et N pour représenter la connexion du côté A du système d'alimentation pour VE au réseau d'alimentation en courant alternatif ou au réseau d'alimentation en courant continu. Il s'agit uniquement de simplifier les figures et non d'imposer des exigences.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61851, publiées sous le titre général *Système de charge par conduction pour véhicules électriques*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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.

SYSTÈME DE CHARGE PAR CONDUCTION POUR VÉHICULES ÉLECTRIQUES –

Partie 23: Système d'alimentation en courant continu pour véhicules électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61851 s'applique aux systèmes d'alimentation pour VE afin de permettre un transfert d'énergie entre le réseau d'alimentation et les véhicules électriques (VE), avec une tension maximale alternative assignée de 1 000 V ou une tension maximale continue assignée de 1 500 V du côté A et une tension maximale continue assignée de 1 500 V du côté B.

Le présent document spécifie le système d'alimentation pour VE des systèmes A, B, C définis à l'Annexe AA, l'Annexe BB et l'Annexe CC. D'autres systèmes sont à l'étude.

Le présent document spécifie les exigences relatives au système d'alimentation pour VE à transfert de puissance bidirectionnel (TPB) pour le système A, avec une tension maximale alternative assignée de 1 000 V ou une tension maximale continue assignée de 1 500 V du côté A. Les exigences relatives au transfert de puissance inverse (TPI) et au TPB pour le système B et le système C sont à l'étude et ne sont pas spécifiées dans le présent document.

L'Annexe DD fournit des informations sur le TPB.

Le présent document ne couvre pas tous les aspects de sécurité liés à la maintenance.

Les exigences relatives aux systèmes qui n'assurent pas une simple séparation ou une séparation de protection entre le côté A et le côté B sont à l'étude.

Les exigences relatives à la communication numérique entre le système d'alimentation pour VE et le VE en vue du contrôle du transfert d'énergie sont définies dans l'IEC 61851-24.

Les exigences relatives au transfert d'énergie avec un dispositif de connexion automatisé sont données dans l'IEC 61851-23-1¹.

Les exigences particulières relatives aux systèmes d'alimentation pour VE avec plusieurs prises mobiles de véhicule sont fournies à l'Annexe FF.

Des informations générales sur le contrôle du transfert d'énergie, la signalisation et la communication numérique sont fournies à l'Annexe GG.

Des informations générales concernant le courant de contact et le courant de choc de contact sont fournies à l'Annexe HH.

Les exigences relatives à un système d'alimentation pour VE sans contrôle du courant, de la tension et/ou de la puissance sont à l'étude.

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication. IEC AFDIS 61851-23-1:2023.

Les systèmes d'alimentation pour VE conformes au présent document ne sont pas destinés à fournir un transfert d'énergie à un seul VE avec

- plusieurs prises mobiles de véhicule du même système d'alimentation pour VE, ou
- plusieurs systèmes d'alimentation pour VE.

Les exigences relatives à ce type de cas d'utilisation sont à l'étude.

NOTE Les exigences relatives aux VE raccordés à un système d'alimentation pour VE sont spécifiées dans l'ISO 17409:2020. L'ISO 17409 fera l'objet d'une révision en fonction de la série ISO 5474².

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 60038:2009, *Tensions normales de l'IEC*

IEC 60068-2-75:2014, *Essais d'environnement – Partie 2-75: Essais – Essai Eh: Essais au marteau*

IEC 60068-2-78, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60227-1:2007, *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60245-1:2003, *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60245-1:2003/AMD1:2007

IEC 60320-1, *Connecteurs pour usages domestiques et usages généraux analogues – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60364-4-43:2008, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-43: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surintensités*

IEC 60364-5-53:2019, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-53: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Dispositifs de protection pour assurer la sécurité, le sectionnement, la coupure, la commande et la surveillance*

IEC 60364-5-54:2011, *Installations électriques à basse tension – Partie 5-54: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Installations de mise à la terre et conducteurs de protection*
IEC 60364-5-54:2011/AMD1:2021

IEC 60384-14, *Condensateurs fixes utilisés dans les équipements électroniques – Partie 14: Spécification intermédiaire – Condensateurs fixes d'antiparasitage et raccordement à l'alimentation*

IEC 60479-1:2018, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects* (disponible en anglais seulement)

² En cours d'élaboration.

IEC 60479-2:2019, *Effects of current on human beings and livestock – Part 2: Special aspects* (disponible en anglais seulement)

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

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 60811-501, *Câbles électriques et à fibres optiques – Méthodes d'essai pour les matériaux non métalliques – Partie 501: Essais mécaniques – Détermination des propriétés mécaniques des mélanges pour les enveloppes isolantes et les gaines*

IEC 60812:2018, *Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC)*

IEC 60990:2016, *Méthodes de mesure du courant de contact et du courant dans le conducteur de protection*

IEC 61008-1:2010, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (ID) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61008-1:2010/AMD1:2012

IEC 61008-1:2010/AMD2:2013

IEC 61009-1:2009, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel avec dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (DD) – Partie 1: Règles générales*

IEC 61009-1:2009/AMD1:2012

IEC 61009-1:2009/AMD2:2013

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61439-1:2020, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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 61540:1997, *Petit appareillage – Dispositifs différentiels mobiles sans dispositif de protection contre les surintensités incorporé pour usages domestiques et analogues (PCDM)*

IEC 61540:1997/AMD1:1998

IEC 61557-8:2014, *Sécurité électrique dans les réseaux de distribution basse tension de 1 000 V c.a. et 1 500 V c.c. – Dispositifs de contrôle, de mesure ou de surveillance de mesures de protection – Partie 8: Contrôleur permanent d'isolement pour réseaux IT*

IEC 61558-1:2017, *Sécurité des transformateurs, bobines d'inductance, blocs d'alimentation et des combinaisons de ces éléments – Partie 1: Exigences générales et essais*

IEC 61558-2-4:2021, *Safety of transformers, reactors, power supply units and combinations thereof – Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers for general applications* (disponible en anglais seulement)

IEC 61643 (toutes les parties), *Composants pour parafoudres basse tension*

IEC 61643-11, *Parafoudres basse tension – Partie 11: Parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai*

IEC 61643-21, *Parafoudres basse tension – Partie 21: Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais*

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

IEC 61851-21-2:2018, *Système de charge par conduction pour véhicules électriques – Partie 21-2: Exigences applicables aux véhicules électriques pour connexion par conduction à une alimentation en courant alternatif ou courant continu – Exigences CEM concernant les systèmes de charge non embarqués pour véhicules électriques*

IEC 61851-24:2023, *Système de charge conductive pour véhicules électriques – Partie 24: Communication numérique entre le système d'alimentation à courant continu et le véhicule électrique pour le contrôle de la charge à courant continu*

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 62196-3:2022, *Fiches, socles de prise de courant, prises mobiles de véhicule et socles de connecteurs de véhicule – Charge conductive des véhicules électriques – Partie 3: Exigences dimensionnelles de compatibilité pour les prises de courant de véhicule à broches et alvéoles pour courant continu et pour courants alternatif et continu*

IEC TS 62196-3-1:2020, *Plugs, socket-outlets, vehicle connectors and vehicle inlets – Conductive charging of electric vehicles – Part 3-1: Vehicle connector, vehicle inlet and cable assembly for DC charging intended to be used with a thermal management system (disponible en anglais seulement)*

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

IEC 62423:2009, *Interrupteurs automatiques à courant différentiel résiduel de type B et de type F avec et sans protection contre les surintensités incorporée pour usages domestiques et analogues*

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

IEC 62477-1:2022, *Exigences de sécurité applicables aux systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance – Partie 1: Généralités*

IEC 62893-4-1:2020, *Charging cables for electric vehicles of rated voltages up to and including 0,6/1 kV – Part 4-1: Cables for DC charging according to mode 4 of IEC 61851-1 – DC charging without use of a thermal management system (disponible en anglais seulement)*

Guide IEC 115, *Application de l'incertitude de mesure aux activités d'évaluation de la conformité dans le secteur électrotechnique*

ISO 2719:2016, *Détermination du point d'éclair – Méthode Pensky-Martens en vase clos*

ISO 6469-3:2018³, *Véhicules routiers électriques – Spécifications de sécurité – Partie 3: Sécurité électrique*

ISO 7000, *Symboles graphiques utilisables sur le matériel*, disponible à l'adresse <http://www.graphical-symbols.info/equipment>

ISO 7010, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*, disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

ISO 15118-2:2014, *Véhicules routiers – Interface de communication entre véhicule et réseau électrique – Partie 2: Exigences du protocole d'application et du réseau*

ISO 15118-3, *Véhicules routiers – Interface de communication entre véhicule et réseau électrique – Partie 3: Exigences relatives à la couche physique et à la couche liaison de données*

ISO 17409:2020, *Véhicules routiers à propulsion électrique – Transfert de puissance par conduction – Exigences de sécurité*

DIN SPEC 70121:2014, *Electromobility – Digital communication between a DC EV charging station and an electric vehicle for control of DC charging in the combined charging system*

OCDE 301 B, *Lignes directrices de l'OCDE pour les essais de produits chimiques*

³ Cette publication a été supprimée. Une nouvelle édition de l'ISO 6469-3 (4^e édition) a été publiée en 2021.