



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Low-voltage switchgear and controlgear assemblies –
Part 1: General rules**

**Ensembles d'appareillage à basse tension –
Partie 1: Règles générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.130.20

ISBN 978-2-8322-8154-3

**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.....	8
INTRODUCTION.....	10
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	14
3.1 General terms	14
3.2 Constructional units of assemblies.....	16
3.3 External design of assemblies.....	18
3.4 Structural parts of assemblies.....	19
3.5 Conditions of installation of assemblies	20
3.6 Insulation characteristics	20
3.7 Protection against electric shock.....	23
3.8 Characteristics.....	27
3.9 Verification	31
3.10 Manufacturer	32
3.11 User.....	32
4 Symbols and abbreviations.....	32
5 Interface characteristics	33
5.1 General.....	33
5.2 Voltage ratings.....	33
5.2.1 Rated voltage (U_n) (of the assembly).....	33
5.2.2 Rated operational voltage (U_e) (of a circuit of an assembly).....	34
5.2.3 Rated insulation voltage (U_i) (of a circuit of an assembly).....	34
5.2.4 Rated impulse withstand voltage (U_{imp}) (of the assembly)	34
5.3 Current ratings.....	34
5.3.1 Rated current of an assembly (I_{nA})	34
5.3.2 Rated current of a main outgoing circuit (I_{nC}).....	34
5.3.3 Group rated current of a main circuit (I_{ng}).....	35
5.3.4 Rated peak withstand current (I_{pk}).....	35
5.3.5 Rated short-time withstand current (I_{cw}) (of a main circuit of an assembly).....	36
5.3.6 Rated conditional short-circuit current (I_{cc}) (of an assembly or a circuit of an assembly).....	36
5.4 Rated diversity factor (RDF).....	36
5.5 Rated frequency (f_n)	36
5.6 Other characteristics.....	37
6 Information	37
6.1 Assembly designation marking.....	37
6.2 Documentation.....	37
6.2.1 Information relating to the assembly	37
6.2.2 Instructions for handling, installation, operation and maintenance.....	38
6.3 Device and/or component identification.....	38
7 Service conditions	38
7.1 Normal service conditions	38
7.1.1 Climatic conditions	38
7.1.2 Pollution degree	39

7.2	Special service conditions.....	39
7.3	Conditions during transport, storage and installation.....	40
8	Constructional requirements.....	40
8.1	Strength of materials and parts.....	40
8.1.1	General.....	40
8.1.2	Protection against corrosion.....	41
8.1.3	Properties of insulating materials.....	41
8.1.4	Resistance to ultra-violet (UV) radiation.....	41
8.1.5	Mechanical strength.....	41
8.1.6	Lifting provision.....	42
8.2	Degree of protection provided by an assembly enclosure.....	42
8.2.1	Protection against mechanical impact (IK code).....	42
8.2.2	Protection against contact with live parts, ingress of solid foreign bodies and water (IP code).....	42
8.2.3	Assembly with removable parts.....	43
8.3	Clearances and creepage distances.....	43
8.3.1	General.....	43
8.3.2	Clearances.....	43
8.3.3	Creepage distances.....	44
8.4	Protection against electric shock.....	44
8.4.1	General.....	44
8.4.2	Basic protection.....	44
8.4.3	Fault protection.....	45
8.4.4	Additional requirements for class II assemblies.....	48
8.4.5	Limitation of steady-state touch currents and charge.....	49
8.4.6	Operating and servicing conditions.....	49
8.5	Incorporation of switching devices and components.....	50
8.5.1	Fixed parts.....	50
8.5.2	Removable parts.....	51
8.5.3	Selection of switching devices and components.....	51
8.5.4	Installation of switching devices and components.....	51
8.5.5	Accessibility.....	52
8.5.6	Barriers.....	52
8.5.7	Direction of operation and indication of switching positions.....	52
8.5.8	Indicator lights and push-buttons.....	52
8.5.9	Power factor correction banks.....	52
8.6	Internal electrical circuits and connections.....	52
8.6.1	Main circuits.....	52
8.6.2	Auxiliary circuits.....	53
8.6.3	Bare and insulated conductors.....	53
8.6.4	Selection and installation of non-protected live conductors to reduce the possibility of short-circuits.....	55
8.6.5	Identification of the conductors of main and auxiliary circuits.....	55
8.6.6	Identification of the protective conductor (PE, PEL, PEM, PEN) and of the neutral conductor (N) and the mid-point conductor (M) of the main circuits.....	55
8.6.7	Conductors in AC circuits passing through ferromagnetic enclosures or plates.....	55
8.7	Cooling.....	55
8.8	Terminals for external cables.....	55

9	Performance requirements	57
9.1	Dielectric properties	57
9.1.1	General	57
9.1.2	Power-frequency withstand voltage	57
9.1.3	Impulse withstand voltage	57
9.1.4	Protection of surge protective devices	58
9.2	Temperature-rise limits	58
9.2.1	General	58
9.2.2	Adjustment of rated currents for alternative ambient air temperatures.....	58
9.3	Short-circuit protection and short-circuit withstand strength	59
9.3.1	General	59
9.3.2	Information concerning short-circuit withstand strength.....	59
9.3.3	Relationship between peak current and short-time current.....	60
9.3.4	Coordination of protective devices	60
9.4	Electromagnetic compatibility (EMC).....	60
10	Design verification	60
10.1	General.....	60
10.2	Strength of materials and parts	62
10.2.1	General	62
10.2.2	Resistance to corrosion	62
10.2.3	Properties of insulating materials.....	64
10.2.4	Resistance to ultraviolet (UV) radiation.....	65
10.2.5	Lifting	66
10.2.6	Verification of protection against mechanical impact (IK code).....	67
10.2.7	Marking	67
10.2.8	Mechanical operation.....	67
10.3	Degree of protection of assemblies (IP Code).....	68
10.4	Clearances and creepage distances.....	69
10.5	Protection against electric shock and integrity of protective circuits	69
10.5.1	General	69
10.5.2	Effective earth continuity between the exposed-conductive-parts of the class assembly and the protective circuit.....	69
10.5.3	Short-circuit withstand strength of the protective circuit	69
10.6	Incorporation of switching devices and components	70
10.6.1	General	70
10.6.2	Electromagnetic compatibility	70
10.7	Internal electrical circuits and connections	70
10.8	Terminals for external conductors	70
10.9	Dielectric properties	71
10.9.1	General	71
10.9.2	Power-frequency withstand voltage	71
10.9.3	Impulse withstand voltage	72
10.9.4	Testing of enclosures made of insulating material.....	74
10.9.5	External door or cover mounted operating handles of insulating material	74
10.9.6	Testing of conductors and hazardous live parts covered by insulating material to provide protection against electric shock.....	74
10.10	Temperature-rise	74
10.10.1	General	74
10.10.2	Verification by testing	75

10.10.3	Verification by comparison.....	81
10.10.4	Verification assessment.....	84
10.11	Short-circuit withstand strength.....	86
10.11.1	General.....	86
10.11.2	Circuits of assemblies which are exempted from the verification of the short-circuit withstand strength.....	86
10.11.3	Verification by comparison with a reference design – Using a checklist.....	87
10.11.4	Verification by comparison with a reference design(s) – Using calculation.....	87
10.11.5	Verification by test.....	87
10.12	Electromagnetic compatibility (EMC).....	93
11	Routine verification.....	93
11.1	General.....	93
11.2	Degree of protection against contact with hazardous live parts, ingress of solid foreign bodies and water of enclosures.....	94
11.3	Clearances and creepage distances.....	94
11.4	Protection against electric shock and integrity of protective circuits.....	94
11.5	Incorporation of built-in components.....	95
11.6	Internal electrical circuits and connections.....	95
11.7	Terminals for external conductors.....	95
11.8	Mechanical operation.....	95
11.9	Dielectric properties.....	95
11.10	Wiring, operational performance and function.....	95
Annex A (normative)	Minimum and maximum cross-section of copper cables suitable for connection to terminals for external cables (see 8.8).....	105
Annex B (normative)	Method of calculating the cross-sectional area of protective conductors with regard to thermal stresses due to currents of short duration.....	106
Annex C (informative)	User information template.....	107
Annex D (informative)	Design verification.....	111
Annex E (informative)	Rated diversity factor.....	112
E.1	General.....	112
E.2	Rated diversity factor for outgoing circuits within an assembly.....	112
E.2.1	General.....	112
E.2.2	Example of an assembly with an RDF of 0,68.....	115
E.2.3	Example of an assembly with RDF declared for each section.....	116
Annex F (normative)	Measurement of clearances and creepage distances.....	117
F.1	Basic principles.....	117
F.2	Use of ribs.....	117
Annex G (normative)	Correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the equipment.....	122
Annex H (informative)	Operating current and power loss of copper cables.....	124
Annex I (informative)	Thermal equivalent of an intermittent current.....	126
Annex J (normative)	Electromagnetic compatibility (EMC).....	127
J.1	General.....	127
Annex K (normative)	Operating current and power loss of bare copper bars.....	134
Annex L (informative)	Guidance on verification of temperature-rise.....	137
L.1	General.....	137
L.1.1	Principles.....	137

L.1.2	Current ratings of assemblies	137
L.2	Temperature-rise limits	138
L.3	Test	139
L.3.1	General	139
L.3.2	Method a) – Verification of the complete assembly (10.10.2.3.5)	139
L.3.3	Method b) – Verification considering individual functional units separately and the complete assembly (10.10.2.3.6)	139
L.3.4	Method c) – Verification considering individual functional units and the main and distribution busbars separately as well as the complete assembly (10.10.2.3.7)	140
L.4	Verification assessment	140
L.4.1	General	140
L.4.2	Single compartment assembly with a rated current (I_{nA}) not exceeding 630 A	140
L.4.3	Assembly with rated currents (I_{nA}) not exceeding 1 600 A	140
L.5	Verification by comparison with a reference design	140
Annex M (normative) Verification of the short-circuit withstand strength of busbar structures by comparison with a reference design by calculation		142
M.1	General	142
M.2	Terms and definitions	142
M.3	Method of verification	143
M.4	Conditions for application	144
M.4.1	General	144
M.4.2	Peak short-circuit current	144
M.4.3	Thermal short-circuit strength	144
M.4.4	Busbar supports	144
M.4.5	Busbar connections, equipment connections	144
M.4.6	Angular busbar configurations	144
M.4.7	Calculations with special regard to conductor oscillation	145
Annex N (informative) List of notes concerning certain countries		146
Bibliography		152
Figure E.1 – Typical assembly		113
Figure E.2 – Example 1: Table E.1 – Functional unit loading for an assembly with a rated diversity factor of 0,68		115
Figure E.3 – Example 2: Table E.1 – Functional unit loading for an assembly with a rated diversity factor of 0,6 in Section B and 0,68 in Section C		116
Figure F.1 – Measurement of clearance and creepage distances		121
Figure I.1 – Example of average heating effect calculation		126
Figure J.1 – Examples of ports		127
Figure L.1 – Verification of temperature-rise		141
Figure M.1 – Tested busbar structure (TS)		142
Figure M.2 – Non tested busbar structure (NTS)		143
Figure M.3 – Angular busbar configuration with supports at the corners		144
Table 1 – Minimum clearances in air (8.3.2)		96
Table 2 – Minimum creepage distances (8.3.3)		97
Table 3 – Cross-sectional area of a copper protective conductor (8.4.3.2.2)		98

Table 4 – Conductor selection and installation requirements (8.6.4).....	98
Table 5 – Minimum terminal capacity for copper protective conductors (PE) (8.8).....	98
Table 6 – Temperature-rise limits (9.2).....	99
Table 7 – Values for the factor n (9.3.3).....	100
Table 8 – Power-frequency withstand voltage for main circuits (10.9.2).....	100
Table 9 – Power-frequency withstand voltage for auxiliary circuits (10.9.2).....	100
Table 10 – Impulse withstand test voltages (10.9.3).....	100
Table 11 – Copper test conductors for rated currents up to 400 A inclusive (10.10.2.3.2) ...	101
Table 12 – Copper test conductors for rated currents from 400 A to 7 000 A (10.10.2.3.2).....	102
Table 13 – Short-circuit verification by comparison with reference designs: checklist (10.5.3.3, 10.11.3 and 10.11.4).....	103
Table 14 – Relationship between prospective fault current and diameter of copper wire ...	104
Table 15 – Climatic conditions.....	104
Table A.1 – Cross-section of copper cables suitable for connection to terminals for external cables.....	105
Table B.1 – Values of k for insulated protective conductors not incorporated in cables or bare protective conductors in contact with cable covering.....	106
Table C.1 – User information template.....	107
Table D.1 – List of design verifications to be performed.....	111
Table E.1 – Examples of loading for an assembly.....	114
Table F.1 – Minimum width of grooves.....	117
Table G.1 – Correspondence between the nominal voltage of the supply system and the equipment rated impulse withstand voltage.....	123
Table H.1 – Operating current and power loss of single-core copper cables with a permissible conductor temperature of 70 °C (ambient temperature inside the assembly: 55 °C).....	124
Table H.2 – Reduction factor k_1 for cables with a permissible conductor temperature of 70 °C (extract from IEC 60364-5-52:2009, Table B.52.14).....	125
Table J.1 – Tests for EMC immunity for environment A (see J.10.12.2).....	131
Table J.2 – Tests for EMC immunity for environment B (see J.10.12.2).....	132
Table J.3 – Acceptance criteria when electromagnetic disturbances are present.....	133
Table K.1 – Operating current and power loss of bare copper bars with rectangular cross-section, run horizontally and arranged with their largest face vertical, frequency 50 Hz to 60 Hz (ambient air temperature inside the assembly: 55 °C, temperature of the conductor 70 °C).....	134
Table K.2 – Factor k_4 for different temperatures of the air inside the assembly and/or for the conductors.....	135

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –

Part 1: General rules

FOREWORD

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

International Standard IEC 61439-1 has been prepared by subcommittee 121B: Low-voltage switchgear and controlgear assemblies, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2011. It constitutes a technical revision.

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

- a) clarification that power electric converter systems, switch mode power supplies, uninterruptable power supplies and adjustable speed power drive systems are tested to their particular products standard, but when they are incorporated in assemblies the incorporation is in accordance with the IEC 61439 series of standards;
- b) introduction of a group rated current for circuits within a loaded assembly and the refocusing of temperature-rise verification on this new characteristic;

- c) addition of requirements in respect of DC;
- d) introduction of the concept of class I and class II assemblies regarding protection against electric shock.

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

FDIS	Report on voting
121B/99/FDIS	121B/103/RVD

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

The reader's attention is drawn to the fact that Annex N lists all the "in-some-countries" clauses on differing practices of a less permanent nature regarding this document.

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

A list of all parts of the IEC 61439 series, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*, 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 "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 61439-1:2021

INTRODUCTION

The purpose of this document is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to low-voltage switchgear and controlgear assemblies, in order to obtain uniformity of requirements and verification for assemblies and to avoid the need for verification in other standards. All those requirements for the various assembly standards which can be considered as general have therefore been gathered in this document together with specific subjects of wide interest and application, e.g. temperature-rise, dielectric properties, etc.

For each type of low-voltage switchgear and controlgear assembly, only two main standards are necessary to determine all requirements and the corresponding methods of verification:

- the basic standard, (this document) referred to as “IEC 61439-1” in the specific standards, covering the various types of low-voltage switchgear and controlgear assemblies;
- the specific assembly standard hereinafter also referred to as the relevant assembly standard.

For a general rule to apply to a specific assembly standard, it should be explicitly referred to by quoting this document followed by the relevant clause or subclause number e.g. “IEC 61439-1:2020, 9.1.3”.

A specific assembly standard may not require, and hence need not call up, a general rule where it is not applicable, or it can add requirements if the general rule is deemed inadequate in the particular case, but it may not deviate from it unless there is substantial technical justification detailed in the specific assembly standard.

Where, in this document, a cross-reference is made to another clause, the reference is to be taken to apply to that clause as amended by the specific assembly standard, where applicable.

Requirements in this document that are subject to agreement between the assembly manufacturer and the user are summarized in Annex C (informative). This schedule also facilitates the supply of information on basic conditions and additional user specifications to enable proper design, application and utilization of the assembly.

For the IEC 61439 series, the following parts are published:

- a) IEC 61439-1: General rules
- b) IEC 61439-2: Power switchgear and controlgear assemblies (PSC-assemblies)¹
- c) IEC 61439-3: Distribution boards intended to be operated by ordinary persons (DBO)
- d) IEC 61439-4: Particular requirements for assemblies for construction sites (ACS)
- e) IEC 61439-5: Assemblies for power distribution in public networks
- f) IEC 61439-6: Busbar trunking systems (busways)
- g) IEC 61439-7: Assemblies for specific applications such as marinas, camping sites, market squares, electric vehicle charging stations
- h) IEC TR 61439-0: Guidance to specifying assemblies.

This list is not exhaustive; additional parts can be developed as the need arises.

¹ IEC 61439-2 includes requirements for assemblies for use in photovoltaic installations.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR ASSEMBLIES –

Part 1: General rules

1 Scope

This part of IEC 61439 lays down the general definitions and service conditions, construction requirements, technical characteristics and verification requirements for low-voltage switchgear and controlgear assemblies.

NOTE Throughout this document, the term assembly(s) (see 3.1.1) is used for a low-voltage switchgear and controlgear assembly(s).

For the purpose of determining assembly conformity, the requirements of the relevant part of the IEC 61439 series, Part 2 onwards, apply together with the cited requirements of this document. For assemblies not covered by Part 3 onward, Part 2 applies.

This document applies to assemblies only when required by the relevant assembly standard as follows:

- assemblies for which the rated voltage does not exceed 1 000 V AC or 1 500 V DC;
- assemblies designed for a nominal frequency of the incoming supply or supplies not exceeding 1 000 Hz;
- assemblies intended for indoor and outdoor applications;
- stationary or movable assemblies with or without an enclosure;
- assemblies intended for use in connection with the generation, transmission, distribution and conversion of electric energy, and for the control of electrical energy consuming equipment.

This document does not apply to individual devices and self-contained components such as motor starters, fuse switches, power electronic converter systems and equipment (PECS), switch mode power supplies (SMPS), uninterruptable power supplies (UPS), basic drive modules (BDM), complete drive modules (CDM), adjustable speed power drives systems (PDS), and other electronic equipment which comply with their relevant product standards. This document describes the integration of devices and self-contained components into an assembly or into an empty enclosure forming an assembly.

For some applications involving, for example, explosive atmospheres, functional safety, there can be a need to comply with the requirements of other standards or legislation in addition to those specified in the IEC 61439 series.

2 Normative references

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

IEC 60068-2-2:2007, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-11:1981, *Basic environmental testing procedures – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

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

IEC 60073:2002, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indicators and actuators*

IEC 60085:2007, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

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

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*
IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60364-5-52:2009, *Low-voltage electrical installations – Part 5-52: Selection and erection of electrical equipment – Wiring systems*

IEC 60439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*²

IEC 60445:2017, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Identification of equipment terminals, conductor terminations and conductors*

IEC 60447:2004, *Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Actuating principles*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*³
IEC 60529:1989/AMD1:1999
IEC 60529:1989/AMD2:2013

IEC 60695-2-10:2013, *Fire hazard testing – Part 2-10: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire apparatus and common test procedure*

IEC 60695-2-11:2014, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end-products (GWEPT)*

IEC 60695-2-12, *Fire hazard testing – Part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability index (GWFI) test method for materials*

IEC 60865-1:2011, *Short-circuit currents – Calculation of effects – Part 1: Definitions and calculation methods*

IEC TR 60890:2014, *A method of temperature-rise verification of low-voltage switchgear and controlgear assemblies by calculation*

IEC 60947-4-1:2018, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters*

² Withdrawn. The IEC 60439 series has been cancelled and replaced by the IEC 61439 series.

³ There is a consolidated document edition 2.2 (2013) that includes IEC 60529 (1989) and its Amendment 1 (1999) and Amendment 2 (2013).

IEC 61000-4-2:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test*⁴

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

IEC 61000-4-4:2012, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

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

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

IEC 61000-4-6:2013, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-8:2009, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-8: Testing and measurement techniques – Power frequency magnetic field immunity test*

IEC 61000-4-11:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques – Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017

IEC 61000-6-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-3:2006/AMD1:2010

IEC 61000-6-4:2018, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61082-1:2014, *Preparation of documents used in electrotechnology – Part 1: Rules*

IEC 61180:2016, *High-voltage test techniques for low-voltage equipment – Definitions, test and procedure requirements, test equipment*

IEC 61439 (all parts), *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies*

IEC 61921:2017, *Power capacitors – Low-voltage power factor correction banks*

IEC 62208:2011, *Empty enclosures for low-voltage switchgear and controlgear assemblies – General requirements*

IEC 81346-1:2009, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 1: Basic rules*

IEC 81346-2:2019, *Industrial systems, installations and equipment and industrial products – Structuring principles and reference designations – Part 2: Classification of objects and codes for classes*

⁴ There is a consolidated edition 3.2 (2010) that includes IEC 61000-4-3 (2006) and Amendment 1 (2007) and Amendment 2 (2010).

⁵ There is consolidated edition 3.1 (2017) that includes IEC 61000-4-5 (2014) and its Amendment 1 (2017).

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

CISPR 32:2015, *Electromagnetic compatibility of multimedia equipment – Emission requirements*

CISPR 32:2015/AMD1:2019

ISO 178:2010, *Plastics – Determination of flexural properties*

ISO 178:2010/AMD1:2013

ISO 179-1:2010, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 1: Non-instrumented impact test*

ISO 179-2:1997, *Plastics – Determination of Charpy impact properties – Part 2: Instrumented impact test*

ISO 179-2:1997/AMD1:2011

ISO 2409:2013, *Paints and varnishes – Cross-cut test*

ISO 4628-3:2016, *Paints and varnishes – Evaluation of degradation of coatings – Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – Part 3: Assessment of degree of rusting*

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

ISO 7010, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 3533:2021

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	162
INTRODUCTION	164
1 Domaine d'application	166
2 Références normatives	166
3 Termes et définitions	169
3.1 Termes généraux	170
3.2 Unités de construction des ensembles	172
3.3 Présentation extérieure des ensembles	173
3.4 Eléments de structure des ensembles	174
3.5 Conditions d'installation des ensembles	175
3.6 Caractéristiques d'isolement	176
3.7 Protection contre les chocs électriques	179
3.8 Caractéristiques	183
3.9 Vérification	187
3.10 Constructeur	188
3.11 Utilisateur	188
4 Symboles et abréviations	188
5 Caractéristiques d'interface	190
5.1 Généralités	190
5.2 Caractéristiques assignées de tension	190
5.2.1 Tension assignée (U_n) (de l'ensemble)	190
5.2.2 Tension assignée d'emploi (U_e) (d'un circuit d'un ensemble)	190
5.2.3 Tension assignée d'isolement (U_i) (d'un circuit d'un ensemble)	190
5.2.4 Tension assignée de tenue aux chocs (U_{imp}) (de l'ensemble)	190
5.3 Caractéristiques assignées de courant	190
5.3.1 Courant assigné d'un ensemble (I_{nA})	190
5.3.2 Courant assigné d'un circuit principal de départ (I_{nC})	191
5.3.3 Courant assigné de groupe d'un circuit principal (I_{ng})	191
5.3.4 Courant assigné de crête admissible (I_{pk})	192
5.3.5 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cW}) (d'un circuit principal d'un ensemble)	192
5.3.6 Courant conditionnel de court-circuit assigné (I_{cc}) (d'un ensemble ou d'un circuit d'un ensemble)	192
5.4 Facteur de diversité assigné (RDF)	192
5.5 Fréquence assignée (f_n)	193
5.6 Autres caractéristiques	193
6 Informations	194
6.1 Marquage pour l'identification des ensembles	194
6.2 Documentation	194
6.2.1 Renseignements concernant l'ensemble	194
6.2.2 Instructions de manutention, d'installation, d'exploitation et de maintenance	194
6.3 Identification des appareils et/ou des composants	195
7 Conditions d'emploi	195
7.1 Conditions normales d'emploi	195
7.1.1 Conditions climatiques	195

7.1.2	Degré de pollution	195
7.2	Conditions spéciales d'emploi	196
7.3	Conditions au cours du transport, du stockage et de l'installation.....	196
8	Exigences de construction	197
8.1	Résistance des matériaux et des parties	197
8.1.1	Généralités	197
8.1.2	Protection contre la corrosion	197
8.1.3	Propriétés des matériaux isolants	197
8.1.4	Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV)	198
8.1.5	Résistance mécanique.....	198
8.1.6	Dispositifs de levage.....	198
8.2	Degré de protection procuré par l'enveloppe d'un ensemble	198
8.2.1	Protection contre les impacts mécaniques (code IK)	199
8.2.2	Protection contre les contacts avec des parties actives, contre la pénétration de corps étrangers solides et d'eau (code IP).....	199
8.2.3	Ensemble avec parties amovibles	199
8.3	Distances d'isolement et lignes de fuite	200
8.3.1	Généralités	200
8.3.2	Distances d'isolement.....	200
8.3.3	Lignes de fuite	200
8.4	Protection contre les chocs électriques	201
8.4.1	Généralités	201
8.4.2	Protection principale	201
8.4.3	Protection en cas de défaut	202
8.4.4	Exigences supplémentaires pour les ensembles de classe II	205
8.4.5	Limitation du courant permanent et de la charge.....	206
8.4.6	Conditions d'exploitation et d'entretien	207
8.5	Intégration des appareils de connexion et des composants	208
8.5.1	Parties fixes.....	208
8.5.2	Parties amovibles	208
8.5.3	Choix des appareils de connexion et des composants	209
8.5.4	Installation des appareils de connexion et des composants	209
8.5.5	Accessibilité	209
8.5.6	Barrières	210
8.5.7	Sens de manœuvre et indication des positions de commande	210
8.5.8	Voyants lumineux et boutons-poussoirs	210
8.5.9	Batteries de compensation du facteur de puissance	210
8.6	Circuits électriques internes et connexions	210
8.6.1	Circuits principaux	210
8.6.2	Circuits auxiliaires	211
8.6.3	Conducteurs nus et isolés.....	211
8.6.4	Choix et installation de conducteurs actifs non protégés pour réduire la possibilité de courts-circuits.....	213
8.6.5	Identification des conducteurs des circuits principaux et auxiliaires	213
8.6.6	Identification du conducteur de protection (PE, PEL, PEM, PEN), du conducteur neutre (N) et du conducteur de point milieu (M) des circuits principaux.....	213
8.6.7	Conducteurs dans des circuits à courant alternatif traversant des enveloppes ou des plaques ferromagnétiques	213
8.7	Refroidissement.....	213

8.8	Bornes pour câbles externes.....	214
9	Exigences relatives aux performances.....	215
9.1	Propriétés diélectriques	215
9.1.1	Généralités.....	215
9.1.2	Tension de tenue à fréquence industrielle.....	216
9.1.3	Tension de tenue aux chocs	216
9.1.4	Protection des parafoudres.....	216
9.2	Limites d'échauffement	216
9.2.1	Généralités.....	216
9.2.2	Ajustement des courants assignés pour d'autres températures de l'air ambiant	217
9.3	Protection contre les courts-circuits et tenue aux courts-circuits	217
9.3.1	Généralités.....	217
9.3.2	Indications concernant la tenue aux courts-circuits.....	218
9.3.3	Relation entre le courant de crête et le courant de courte durée	218
9.3.4	Coordination des dispositifs de protection.....	218
9.4	Compatibilité électromagnétique (CEM)	219
10	Vérification de la conception.....	219
10.1	Généralités	219
10.2	Résistance des matériaux et des parties.....	220
10.2.1	Généralités.....	220
10.2.2	Tenue à la corrosion.....	221
10.2.3	Propriétés des matériaux isolants.....	222
10.2.4	Résistance aux rayonnements ultraviolets (UV).....	224
10.2.5	Levage	225
10.2.6	Vérification de la protection contre les impacts mécaniques (code IK)	226
10.2.7	Marquage	226
10.2.8	Fonctionnement mécanique.....	226
10.3	Degré de protection des ensembles (code IP).....	227
10.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	228
10.5	Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection.....	228
10.5.1	Généralités.....	228
10.5.2	Continuité du circuit de terre entre les masses de l'ensemble de classe I et le circuit de protection.....	228
10.5.3	Tenue aux courts-circuits du circuit de protection	228
10.6	Intégration des appareils de connexion et des composants.....	229
10.6.1	Généralités.....	229
10.6.2	Compatibilité électromagnétique.....	229
10.7	Circuits électriques internes et connexions	229
10.8	Bornes pour conducteurs externes.....	229
10.9	Propriétés diélectriques	230
10.9.1	Généralités.....	230
10.9.2	Tension de tenue à fréquence industrielle.....	230
10.9.3	Tension de tenue aux chocs	231
10.9.4	Essais des enveloppes en matériau isolant.....	233
10.9.5	Les poignées de manœuvre externes en matériau isolant montées sur portes ou panneaux.....	233
10.9.6	Essais des conducteurs et des parties actives dangereuses recouverts de matériau isolant pour offrir une protection contre les chocs électriques.....	234

10.10	Echauffement.....	234
10.10.1	Généralités.....	234
10.10.2	Vérification par des essais.....	234
10.10.3	Vérification par comparaison.....	241
10.10.4	Evaluation de vérification.....	244
10.11	Tenue aux courts-circuits.....	247
10.11.1	Généralités.....	247
10.11.2	Circuits des ensembles exemptés de la vérification de la tenue aux courts-circuits.....	247
10.11.3	Vérification par comparaison avec une conception de référence – Utilisation d'une liste de contrôle.....	248
10.11.4	Vérification par comparaison avec une ou plusieurs conceptions de référence – Utilisation de calculs.....	248
10.11.5	Vérification par essai.....	248
10.12	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	255
11	Vérification individuelle de série.....	255
11.1	Généralités.....	255
11.2	Degré de protection des enveloppes contre les contacts avec des parties actives dangereuses, contre la pénétration de corps étrangers solides et d'eau.....	256
11.3	Distances d'isolement et lignes de fuite.....	256
11.4	Protection contre les chocs électriques et intégrité des circuits de protection.....	256
11.5	Intégration de composants incorporés.....	256
11.6	Circuits électriques internes et connexions.....	256
11.7	Bornes pour conducteurs externes.....	257
11.8	Fonctionnement mécanique.....	257
11.9	Propriétés diélectriques.....	257
11.10	Câblage, fonctionnement électrique et fonction.....	257
Annexe A (normative) Sections minimale et maximale des câbles de cuivre convenant au raccordement aux bornes pour câbles externes (voir 8.8).....		268
Annexe B (normative) Méthode de calcul de la section des conducteurs de protection par rapport aux contraintes thermiques occasionnées par les courants de courte durée.....		269
Annexe C (informative) Modèle d'information de l'utilisateur.....		270
Annexe D (informative) Vérification de la conception.....		274
Annexe E (informative) Facteur de diversité assigné.....		276
E.1	Généralités.....	276
E.2	Facteur de diversité assigné pour circuits de départ à l'intérieur d'un ensemble.....	276
E.2.1	Généralités.....	276
E.2.2	Exemple d'un ensemble avec un RDF de 0,68.....	279
E.2.3	Exemple d'un ensemble avec un RDF déclaré pour chaque colonne.....	280
Annexe F (normative) Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite.....		281
F.1	Principes de base.....	281
F.2	Emploi des nervures.....	281
Annexe G (normative) Correspondance entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux chocs du matériel.....		286
Annexe H (informative) Courant admissible et puissance dissipée des câbles en cuivre.....		288
Annexe I (informative) Equivalent thermique d'un courant intermittent.....		290
Annexe J (normative) Compatibilité électromagnétique (CEM).....		291

J.1	Généralités	291
Annexe K (normative) Courant admissible et puissance dissipée des barres en cuivre nues		299
Annexe L (informative) Recommandations concernant la vérification de l'échauffement.....		302
L.1	Généralités	302
L.1.1	Principes	302
L.1.2	Caractéristiques assignées de courant des ensembles	302
L.2	Limites d'échauffement	303
L.3	Essai	304
L.3.1	Généralités	304
L.3.2	Méthode a) – Vérification de l'ensemble complet (10.10.2.3.5)	304
L.3.3	Méthode b) – Vérification séparée de chaque unité fonctionnelle et de l'ensemble complet (10.10.2.3.6)	305
L.3.4	Méthode c) – Vérification individuelle de chaque unité fonctionnelle, des jeux de barres principaux, des jeux de barres de distribution et de l'ensemble complet (10.10.2.3.7)	305
L.4	Evaluation de vérification	305
L.4.1	Généralités	305
L.4.2	Ensemble à un seul compartiment avec courant assigné, I_{nA} , ne dépassant pas 630 A	305
L.4.3	Ensemble avec courants assignés, I_{nA} , ne dépassant pas 1 600 A	305
L.5	Vérification par comparaison avec une conception de référence	306
Annexe M (normative) Vérification de la tenue aux courts-circuits des structures de jeux de barres par comparaison avec une conception de référence par calcul		308
M.1	Généralités	308
M.2	Termes et définitions	308
M.3	Méthode de vérification	309
M.4	Conditions d'application	310
M.4.1	Généralités	310
M.4.2	Valeur de crête du courant de court-circuit	310
M.4.3	Contrainte thermique en court-circuit	310
M.4.4	Supports des jeux de barres	310
M.4.5	Raccordements des jeux de barres, raccordements des matériels	310
M.4.6	Configurations des jeux de barres coudées	310
M.4.7	Calculs avec considération spéciale de l'oscillation des conducteurs	311
Annexe N (informative) Liste de notes concernant certains pays		312
Bibliographie.....		318
Figure E.1 – Ensemble type		277
Figure E.2 – Exemple 1: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ensemble avec un facteur de diversité assigné de 0,68.....		279
Figure E.3 – Exemple 2: Tableau E.1 – Charge d'une unité fonctionnelle pour un ensemble avec un facteur de diversité assigné de 0,6 dans la colonne B et 0,68 dans la colonne C		280
Figure F.1 – Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite		285
Figure I.1 – Exemple de calcul d'effet thermique moyen.....		290
Figure J.1 – Exemples d'accès		291
Figure L.1 – Vérification de l'échauffement		307
Figure M.1 – Structure de jeu de barres éprouvée par essai (SS)		308
Figure M.2 – Structure de jeu de barres qui n'a pas été éprouvée par essai (NSS)		309

Figure M.3 – Configuration de jeux de barres coudées avec supports aux coins 310

STANDARDSISO.COM : Click to view the full PDF of ISO 3333 :2021

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ENSEMBLES D'APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 1: Règles générales

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national 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 de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61439-1 a été établie par le sous-comité 121B: Ensembles d'appareillages à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2011. Elle constitue une révision technique.

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

- a) clarification du fait que les systèmes et matériels électroniques de conversion de puissance, les alimentations à découpage, les alimentations sans interruption et les systèmes d'entraînements électriques de puissance à vitesse variable sont soumis à essai

conformément à leur propre norme de produit, mais que lorsqu'ils sont incorporés dans des ensembles, l'incorporation est conforme à la série de normes IEC 61439;

- b) introduction d'un courant assigné de groupe pour les circuits au sein d'un ensemble chargé et recentrage de la vérification de l'échauffement sur cette nouvelle caractéristique;
- c) ajout d'exigences relatives au courant continu;
- d) introduction du concept d'ensembles de classe I et de classe II en matière de protection contre les chocs électriques.

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

FDIS	Rapport de vote
121B/99/FDIS	121B/103/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette Norme internationale.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que l'Annexe N énumère tous les articles traitant des différences à caractère moins permanent inhérentes à certains pays, relatifs au présent document.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61439, publiées sous le titre général *Ensembles d'appareillage à basse tension*, peut être consultée 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 "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.