

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



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

**Appareillage à basse tension –
Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs
électromécaniques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.120.99, 29.130.20

ISBN 978-2-8322-7773-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	10
1 Scope.....	13
2 Normative references	14
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	15
3.1 General.....	15
3.2 Alphabetical index of terms	15
3.3 Terms and definitions concerning contactors	18
3.4 Terms and definitions of the functions of starters	19
3.5 Terms and definitions concerning starters	20
3.6 Terms and definitions concerning characteristic quantities.....	26
3.7 Terms and definitions concerning safety aspects	28
3.8 Terms and definitions concerning electric motor characteristics	31
3.9 Symbols and abbreviated terms	31
4 Classification.....	32
5 Characteristics of contactors and starters	33
5.1 Summary of characteristics	33
5.2 Type of equipment	33
5.2.1 Kind of equipment.....	33
5.2.2 Number of poles	34
5.2.3 Kind of current (AC or DC).....	34
5.2.4 Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.)	34
5.2.5 Operating conditions of the equipment.....	34
5.2.6 Methods of overload protection of motors	34
5.3 Rated and limiting values for main circuits	35
5.3.1 Rated voltages	35
5.3.2 Currents or powers	36
5.3.3 Rated frequency	38
5.3.4 Rated duties	38
5.3.5 Normal load and overload characteristics	39
5.3.6 Short-circuit characteristics	41
5.3.7 Pole impedance of a contactor (Z) or starter	41
5.4 Utilization category	41
5.4.1 General	41
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests	42
5.5 Control circuits.....	43
5.6 Auxiliary circuits.....	44
5.7 Characteristics of relay and release of overload relays and of motor protective switching device (MPSD)	44
5.7.1 Summary of characteristics.....	44
5.7.2 Types of relay or release	44
5.7.3 Characteristic values	45
5.7.4 Designation and current settings of overload relays	46
5.7.5 Time-current characteristics of overload relays	47
5.7.6 Influence of ambient air temperature.....	47
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices.....	47
5.9 Void.....	47

5.10	Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	47
5.10.1	Types	47
5.10.2	Characteristics	47
5.11	Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters	48
5.12	Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters	48
6	Product information	49
6.1	Nature of information	49
6.1.1	Identification	49
6.1.2	Characteristics, basic rated values and utilization	49
6.2	Marking	51
6.3	Instructions for installation, operation, maintenance, decommissioning and dismantling	52
6.4	Environmental information	52
6.5	Instruction for equipment capable to be reused, repaired and upgraded	53
7	Normal service, mounting and transport conditions	53
8	Constructional and performance requirements	53
8.1	Constructional requirements	53
8.1.1	General	53
8.1.2	Materials	54
8.1.3	Current-carrying parts and their connections	54
8.1.4	Clearances and creepage distances	54
8.1.5	Actuator	55
8.1.6	Indication of the contact position	55
8.1.7	Additional requirements for equipment suitable for isolation	55
8.1.8	Terminals	56
8.1.9	Additional requirements for equipment provided with a neutral pole	56
8.1.10	Provisions for protective earthing	56
8.1.11	Enclosures for equipment	56
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment	56
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits	56
8.1.14	Limited energy source	57
8.1.15	Stored charge energy circuit	59
8.1.16	Fault and abnormal conditions	59
8.1.17	Short-circuit and overload protection of ports	60
8.1.18	Use of voltage transient limiting device	60
8.2	Performance requirements	60
8.2.1	Operating conditions	60
8.2.2	Temperature-rise	66
8.2.3	Dielectric properties	69
8.2.4	Normal load and overload performance requirements	70
8.2.5	Co-ordination with short-circuit protective devices	75
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	77
8.3.1	General	77
8.3.2	Immunity	78
8.3.3	Emission	78
8.4	Embedded software	79
8.5	Security	79

9	Tests	79
9.1	Kinds of test.....	79
9.1.1	General	79
9.1.2	Type tests.....	79
9.1.3	Routine tests	79
9.1.4	Sampling tests.....	80
9.1.5	Special tests.....	80
9.2	Compliance with constructional requirements.....	81
9.2.1	General	81
9.2.2	Electrical performance of screwless-type clamping units.....	81
9.2.3	Ageing test for screwless-type clamping units.....	82
9.2.4	Limited energy source test.....	82
9.2.5	Breakdown of components.....	83
9.2.6	Wire flexing test.....	83
9.3	Compliance with performance requirements.....	84
9.3.1	Test sequences	84
9.3.2	General test conditions.....	84
9.3.3	Performance under no load, normal load and overload conditions.....	85
9.3.4	Performance under short-circuit conditions	98
9.3.5	Overload current withstand capability of contactors and IMPSDs	104
9.3.6	Routine tests and sampling tests	104
9.4	EMC tests	106
9.4.1	General	106
9.4.2	Immunity.....	106
9.4.3	Emission.....	108
Annex A (normative) Marking and identification of terminals of contactors, starters and associated overload relays.....		110
A.1	General.....	110
A.2	Marking and identification of terminals of main circuits.....	110
A.3	Marking and identification of terminals of overload relays	110
Annex B (normative) Special tests		112
B.1	General.....	112
B.2	Mechanical durability	112
B.2.1	General	112
B.2.2	Verification of mechanical durability.....	112
B.3	Electrical durability	114
B.3.1	General	114
B.3.2	Results to be obtained	115
B.3.3	Statistical analysis of test results for contactors or starters.....	115
B.4	Co-ordination at the crossover current between the starter and associated SCPD	116
B.4.1	General	116
B.4.2	Condition for the test for the verification of co-ordination at the crossover current by a direct method	116
B.4.3	Test currents and test circuits.....	116
B.4.4	Test procedure and results to be obtained	117
B.4.5	Verification of co-ordination at the crossover current by an indirect method	117

Annex C (informative) Electric motor evolutions and motor starting methods.....	120
C.1 General.....	120
C.1.1 Major changes on the market concerning electrical motors	120
C.1.2 Electric motor characteristics	121
C.1.3 Efficiency motor analysis	121
C.1.4 Impacts on switchgear and controlgear	123
C.2 Typical variants direct-on-line starters.....	123
C.3 Functional aspects of motor starters	126
C.4 Currents and torques during a star-delta start	128
C.5 Currents and torques during an auto-transformer start	131
C.6 Currents waveform of the different modes of operation of a starter	133
Annex D (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	135
Annex E (Void)	136
Annex F (normative) Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact).....	137
F.1 Application and object.....	137
F.1.1 Application.....	137
F.1.2 Object.....	137
F.2 Characteristics	137
F.3 Product information.....	137
F.4 Normal service, mounting and transport conditions	138
F.5 Constructional and performance requirements	138
F.6 Tests	138
F.6.1 General	138
F.6.2 Tests on products in a new condition	138
F.6.3 Test after conventional operational performance (defined under Table 10).....	139
Annex G (informative) Rated operational currents and rated operational powers of switching devices for electrical motors	140
G.1 General.....	140
G.2 Rated operational powers and rated operational currents.....	140
Annex H (normative) Extended functions to electronic overload relays.....	144
H.1 General.....	144
H.2 Limits of operation of control functions	144
H.2.1 General	144
H.2.2 Limits of electronic overload relay with main circuit undervoltage restarting function.....	144
H.3 Test of the control functions	144
Annex I (informative) AC-1 contactors for use with semiconductor controlled motor load 145	
Annex J (Void).....	146
Annex K (normative) Procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications.....	147
K.1 General.....	147
K.2 Test requirements	147
K.3 Characterization of a failure mode	147
K.4 Failure ratios of a contactor	147

Annex L (normative) Assessment procedure for electromechanical overload protection used in safety applications and especially in explosive atmospheres	149
L.1 Application and object.....	149
L.1.1 Application.....	149
L.1.2 Object.....	149
L.2 Procedure	149
L.2.1 General	149
L.2.2 Safety design process	150
L.3 Requirements	150
L.3.1 General	150
L.3.2 Safety plan	150
L.3.3 Design	151
L.3.4 Failure mode and effects analysis of the safety function	151
L.3.5 Design plan	152
L.3.6 Verification	152
L.3.7 Function assessed.....	152
L.4 Documentation.....	152
L.4.1 Technical safety documentation.....	152
L.4.2 Safety instructions	152
L.5 Example.....	153
L.5.1 architecture description	153
L.5.2 FMEA	154
Annex M (normative) DC contactors for use in photovoltaic (PV) applications	162
M.1 Application	162
M.2 Object.....	162
M.3 Classification	162
M.4 Characteristics.....	162
M.4.1 General	162
M.4.2 Rated impulse withstand voltage.....	162
M.4.3 Utilization category	163
M.5 Product information.....	163
M.6 Normal service, mounting and transport conditions	164
M.6.1 General	164
M.6.2 Ambient air temperature	164
M.6.3 Altitude	164
M.7 Constructional and performance requirements	164
M.7.1 Constructional requirements	164
M.7.2 Performance requirements.....	164
M.7.3 Electromagnetic compatibility (EMC)	165
M.8 Tests	166
M.8.1 General	166
M.8.2 Type tests.....	166
M.8.3 Making and breaking capacities and conventional operational performance	166
M.8.4 Thermal cycling test.....	166
M.8.5 Climatic test.....	167
M.8.6 Dielectric test	167
M.8.7 Critical load current test.....	167
M.8.8 Mechanical and electrical properties of terminals.....	168

M.8.9	Degree of protection of enclosed contactors	168
M.8.10	EMC	168
M.8.11	Clearance and creepage distances	168
Annex N (normative)	Additional requirements and tests for equipment with protective separation.....	169
N.1	General.....	169
N.2	Terms and definitions.....	169
N.3	Requirements	169
N.3.1	Test method for implementing protective impedance.....	169
N.3.2	Touch current measurement	170
Annex O (normative)	Load monitoring indicators	172
O.1	General.....	172
O.2	Indicators list	172
O.3	Uncertainty	174
O.4	Tests	175
O.4.1	Routine tests	175
O.4.2	Type tests.....	175
Annex P (normative)	Short-circuit breaking tests of MPSD.....	177
P.1	General test conditions	177
P.2	Rated service short-circuit breaking capacity	178
P.2.1	General	178
P.2.2	Test of rated service short-circuit breaking capacity.....	178
P.2.3	Verification of operational performance capability	178
P.2.4	Verification of dielectric withstand.....	178
P.2.5	Verification of temperature-rise.....	179
P.2.6	Verification of overload releases	179
P.3	Rated ultimate short-circuit breaking capacity	179
P.3.1	General	179
P.3.2	Verification of overload releases	179
P.3.3	Test of rated ultimate short-circuit breaking capacity	180
P.3.4	Verification of dielectric withstand.....	180
P.3.5	Verification of overload releases	180
P.4	Test of MPSD for IT system	180
P.4.1	General	180
P.4.2	Individual pole short-circuit	181
P.4.3	Verification of dielectric withstand.....	181
P.4.4	Verification of overload releases	181
P.4.5	Marking	182
Bibliography.....		183
Figure 1 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays		63
Figure 2 – Thermal memory test		64
Figure 3 – Example of different parts		67
Figure 4 – Examples of co-ordination characteristics of a starter.....		77
Figure 5 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal		82
Figure 6 – Peak current envelope		89
Figure A.1 – Main circuit		110

Figure A.2 – Overload relays	111
Figure B.1 – Examples of time-current withstand characteristic.....	119
Figure C.1 – Electric motor characteristics.....	121
Figure C.2 – Rated current of different energy efficiency classes	122
Figure C.3 – Ratio of the rated locked-rotor current to the nominal current.....	122
Figure C.4 – Ratio of the inrush current to the nominal current	123
Figure C.5 – Connections to motor windings	124
Figure C.6 – Current and torque during direct-on-line starting.....	125
Figure C.7 – Typical variants of protected starters, combination starters, protected switching devices and combination switching devices	126
Figure C.8 – Functional view of motor starters	127
Figure C.9 – Motor overload protection embedded into a circuit-breaker.....	128
Figure C.10 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start	129
Figure C.11 – Timing of star-delta-switching	130
Figure C.12 – Typical method and diagram of starting alternating-current induction motors by means of star-delta starter.....	131
Figure C.13 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer starting of a motor.....	132
Figure C.14 – Typical schematic diagrams for starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers.....	133
Figure C.15 – Examples of current and time curves of motor starting and stopping in one or two directions.....	134
Figure F.1 – Mirror contact.....	138
Figure L.1 – Safety design process	150
Figure L.2 – Typical structure of a thermal overload relay	153
Figure L.3 – typical structure of MPSD	154
Figure N.1 – Protection by means of protective impedance	170
Figure N.2 – Measuring instrument	171
Figure O.1 – Example of quantification of a process change	174
Table 1 – Utilization categories	43
Table 2 – Trip classes of overload relays	46
Table 19 – Limits for limited energy sources without an overcurrent protective device	58
Table 20 – Limits for limited energy sources with an overcurrent protective device	58
Table 21 – Limits for limited energy source with current limiting impedance	59
Table 3 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles.....	63
Table 4 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only.....	65
Table 5 – Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil	66
Table 6 – Intermittent duty test cycle data.....	69
Table 7 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category.....	70
Table 8 – Relationship between the test current and off-time for the verification of rated making and breaking capacities	72
Table 9 – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings	72

Table 10 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category	73
Table 11 – Overload current withstand requirements	74
Table 12 – Specific acceptance criteria for immunity tests	78
Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current	101
Table 14 – Value of the conventional prospective test current according to the rated operational current (harmonized table)	101
Table 15 – Test conditions for I_{Cd}	104
Table 16 – EMC immunity tests	107
Table 17 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for mains ports)	109
Table 18 – Radiated emission test limits	109
Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories	115
Table B.2 – Test conditions	118
Table F.1 – Test voltage according to altitude	139
Table G.1 – Rated operational powers and rated operational currents of motors	141
Table K.1 – Failure mode of contactors	147
Table K.2 – Typical failure ratios for normally open contactors	148
Table L.1 – Severity	154
Table L.2 – Occurrence	155
Table L.3 – Detection levels	155
Table L.4 – Conclusion	156
Table L.5 – Example of failure mode and effects analysis for thermal overload relay	157
Table M.1 – Rated impulse voltage levels for PV contactors	163
Table M.2 – Utilization categories	163
Table M.3 – Ambient air temperature conditions	164
Table M.4 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category	165
Table M.5 – Conventional operational performance – Making and breaking condition corresponding to the DC-PV category	165
Table M.6 – Overall scheme of test sequences	166
Table M.7 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current	168
Table M.8 – Critical load current performance	168
Table O.1 – AC monitoring indicators list	173
Table O.2 – Different possibilities authorized for verification of indicators	175
Table O.3 – Reference for verification conditions	176
Table O.4 – Harmonic levels	176

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –**Part 4-1: Contactors and motor-starters –
Electromechanical contactors and motor-starters**

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 60947-4-1 has been prepared by subcommittee 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage. It is an International Standard.

This fifth edition cancels and replaces the fourth edition published in 2018. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) objective in the scope;
- b) instantaneous only motor protective switching device IMPSD (3.5.33);
- c) kinds of equipment (5.2.1);

- d) methods of overload protection of motors (5.2.6);
- e) adoption of the AC-7d from IEC 61095:2023 (in 5.4.2);
- f) separately mounted overload relay of a starter (in 5.7.3 b));
- g) starter and contactor suitable for use downstream to basic drive module (6.1.2 w));
- h) reference to IEC TS 63058 for environmental aspects (in 6.4);
- i) wiring subject to movement (in 8.1.3);
- j) use of voltage transient limiting device (8.1.18);
- k) accessible parts subject to temperature limits (in 8.2.2.3);
- l) reference to Annex X of IEC 60947-1:2020 for the co-ordination of MPSD with SCPD (8.2.5.4);
- m) reference to IEC TR 63216 with different EMC environments (8.3.1);
- n) reference to IEC TR 63201 for the embedded software design (8.4);
- o) reference to IEC TS 63208 for cybersecurity aspects (8.5);
- p) update and completion of the measurement method of the power consumption of the electromagnet (9.3.3.2.1.2);
- q) update of Annex C including rational about AC-3e;
- r) determination of the critical load current for photovoltaic applications (M.8.7).

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

Draft	Report on voting
121A/571/FDIS	121A/580/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.

A list of all parts of the IEC 60947 series can be found, under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, on the IEC website.

This document shall be read in conjunction with IEC 60947-1:2020, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*. The provisions of the general rules are applicable to this document, where specifically called for.

The provisions of the general rules dealt with IEC 60947-1 are applicable to this part of IEC 60947 series where specifically called for. Clauses and subclauses, tables, figures and annexes of the general rules thus applicable are identified by reference to IEC 60947-1:2020. For example, 5.3.4.1 of IEC 60947-1:2020, Table 4 of IEC 60947-1:2020, or Annex A of IEC 60947-1:2020.

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

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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4-1: Contactors and motor-starters – Electromechanical contactors and motor-starters

1 Scope

This part of IEC 60947 is applicable to the following equipment:

- electromechanical contactors and starters including motor protective switching devices (MPSD and IMPSD);
- actuators of contactor relays;
- contacts dedicated exclusively to the coil circuit of the contactor or the contactor relay;
- dedicated accessories (e.g. dedicated wiring, dedicated latch accessory);

intended to be connected to distribution circuits, motors circuits and other load circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V AC or 1 500 V DC.

This document does not apply to:

- starters for DC motors;
- auxiliary contacts of contactors and contacts of contactor relays. These are covered by IEC 60947-5-1;
- the short-circuit protective device integrated within starters, other than MPSDs. This is covered by IEC 60947-2 and IEC 60947-3;
- motor overload protection function performed by control units for built-in thermal protection (PTC). They are covered by IEC 60947-8;
- the use of the equipment with additional measures within explosive atmospheres. These are given in IEC 60079 series;

The objective of this document is to state:

- the characteristics and composition of the equipment (Clause 5);
- the conditions applicable to the equipment with reference to:
 - its operation (5.2.5) and protection functions (5.2.6, 5.7, 5.8),
 - its intended environments (6.5, 8.3.1) and applications (5.4, Annex C, Annex D, Annex G, Annex H, Annex I, Annex M, Annex O) including safety applications (Annex F, Annex K, Annex L),
 - its construction and performance (Clause 8) including requirements to reduce risks of electric shock, thermal hazard, energy hazard, fire hazard and mechanical hazard, reasonably foreseeable misuse, electromagnetic compatibility (EMC) issues, software errors and security issues;
- the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests (Clause 9);
- the information to be included with the equipment or in the product documentation (Clause 6).

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 60034-1:2022, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-12:2016, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60034-30-1:2014, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)*

IEC 60068-2-14:2023, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60079-14, *Explosive atmospheres – Part 14: Electrical installations design, selection and erection*

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

IEC 60364-1:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60715:2017, *Dimensions of low-voltage switchgear and controlgear – Standardized mounting on rails for mechanical support of switchgear, controlgear and accessories*

IEC 60730-1, *Automatic electrical controls – Part 1: General requirements*

IEC 60947-1:2020, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

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

IEC 60947-5-1:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 61051-2, *Varistors for use in electronic equipment – Part 2: Sectional specification for surge suppression varistors*

IEC 61095:2023, *Electromechanical contactors for household and similar purposes*

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

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

IEC 61643-331, *Components for low-voltage surge protection – Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV)*

IEC 61800-5-1:2022, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

IEC 61810-1, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General and safety requirements*

IEC TS 63058, *Switchgear and controlgear and their assemblies for low voltage – Environmental aspects*

IEC TS 63208, *Low-voltage switchgear and controlgear – Security aspects*

IEC TR 63216:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Electromagnetic compatibility assessment for switchgear and controlgear and their assemblies*

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

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*

ISO 3864-2, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 2: Design principles for product safety labels*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	197
1 Domaine d'application	200
2 Références normatives	201
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	202
3.1 Généralités	202
3.2 Index alphabétique des termes	202
3.3 Termes et définitions relatifs aux contacteurs	204
3.4 Termes et définitions relatifs aux fonctions des démarreurs	206
3.5 Termes et définitions relatifs aux démarreurs	207
3.6 Termes et définitions relatifs aux grandeurs caractéristiques	213
3.7 Termes et définitions relatifs aux aspects liés à la sécurité	215
3.8 Termes et définitions relatifs aux caractéristiques des moteurs électriques	218
3.9 Symboles et abréviations	219
4 Classification	220
5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs	220
5.1 Énumération des caractéristiques	220
5.2 Type du matériel	221
5.2.1 Nature du matériel	221
5.2.2 Nombre de pôles	222
5.2.3 Nature du courant (alternatif ou continu)	222
5.2.4 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.)	222
5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel	222
5.2.6 Méthodes de protection des moteurs contre les surcharges	222
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	223
5.3.1 Tensions assignées	223
5.3.2 Courants ou puissances	224
5.3.3 Fréquence assignée	226
5.3.4 Services assignés	226
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge	227
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit	229
5.3.7 Impédance de pôle d'un contacteur (Z) ou d'un démarreur	229
5.4 Catégorie d'emploi	230
5.4.1 Généralités	230
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi en fonction des résultats d'essais	230
5.5 Circuits de commande	233
5.6 Circuits auxiliaires	233
5.7 Caractéristiques du relais et du déclencheur des relais de surcharge et de l'appareil de connexion de protection des moteurs (ACPM)	233
5.7.1 Énumération des caractéristiques	233
5.7.2 Types du relais ou du déclencheur	233
5.7.3 Valeurs caractéristiques	234
5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge	235
5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge	236
5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant	236
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	236
5.9 Vacant	236

5.10	Types et caractéristiques des appareils de commande automatique de commutation et des appareils de commande automatique d'accélération	237
5.10.1	Types	237
5.10.2	Caractéristiques	237
5.11	Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes.....	237
5.12	Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances	238
6	Informations sur le matériel	238
6.1	Nature des informations	238
6.1.1	Identification	238
6.1.2	Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation	238
6.2	Marquage	240
6.3	Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage	241
6.4	Informations relatives à l'environnement	242
6.5	Instructions relatives au matériel en mesure d'être réutilisé, réparé et mis à niveau.....	242
7	Conditions normales de service, de montage et de transport	242
8	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	243
8.1	Exigences relatives à la construction	243
8.1.1	Généralités	243
8.1.2	Matériaux	243
8.1.3	Parties conductrices et leurs connexions	244
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	244
8.1.5	Organe de commande	245
8.1.6	Indication de la position des contacts	245
8.1.7	Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement.....	245
8.1.8	Bornes.....	245
8.1.9	Exigences supplémentaires pour les matériels équipés d'un pôle neutre.....	246
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	246
8.1.11	Enveloppes pour le matériel	246
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe	246
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques	246
8.1.14	Source d'énergie limitée	246
8.1.15	Circuit d'énergie de charge emmagasinée	249
8.1.16	Conditions de défaut et conditions anormales	249
8.1.17	Protection des accès contre les courts-circuits et les surcharges	250
8.1.18	Utilisation d'un dispositif de limitation des transitoires de tension	250
8.2	Exigences de fonctionnement	250
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	250
8.2.2	Échauffement	256
8.2.3	Propriétés diélectriques	259
8.2.4	Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge	260
8.2.5	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	266
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	269
8.3.1	Généralités	269
8.3.2	Immunité	269
8.3.3	Émission.....	270

8.4	Logiciels intégrés	270
8.5	Sécurité	271
9	Essais	271
9.1	Nature des essais	271
9.1.1	Généralités	271
9.1.2	Essais de type	271
9.1.3	Essais individuels de série.....	271
9.1.4	Essais sur prélèvement.....	272
9.1.5	Essais spéciaux.....	272
9.2	Conformité aux exigences de construction	273
9.2.1	Généralités	273
9.2.2	Performance électrique des organes de serrage sans vis	273
9.2.3	Essai de vieillissement pour organes de serrage sans vis.....	274
9.2.4	Essai de la source d'énergie limitée	274
9.2.5	Défaillance de composants	275
9.2.6	Essai de flexion de câble	275
9.3	Conformité aux exigences relatives au fonctionnement	276
9.3.1	Séquences d'essais	276
9.3.2	Conditions générales pour les essais.....	276
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	277
9.3.4	Fonctionnement en court-circuit.....	292
9.3.5	Capacité de tenue des contacteurs et des ACPIM aux courants de surcharge	298
9.3.6	Essais individuels de série et essais sur prélèvement.....	298
9.4	Essais CEM	300
9.4.1	Généralités	300
9.4.2	Immunité	301
9.4.3	Émission.....	303
Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes des contacteurs, des démarreurs et des relais de surcharge associés		304
A.1	Généralités	304
A.2	Marquage et identification des bornes des circuits principaux	304
A.3	Marquage et identification des bornes des relais de surcharge	304
Annexe B (normative) Essais spéciaux		306
B.1	Généralités	306
B.2	Durabilité mécanique	306
B.2.1	Généralités	306
B.2.2	Vérification de la durabilité mécanique	306
B.3	Durabilité électrique	308
B.3.1	Généralités	308
B.3.2	Résultats à obtenir	310
B.3.3	Analyse statistique des résultats d'essais pour les contacteurs ou les démarreurs	310
B.4	Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé.....	311
B.4.1	Généralités	311
B.4.2	Condition pour l'essai de vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode directe	311
B.4.3	Courants d'essai et circuits d'essai	311
B.4.4	Procédure d'essai et résultats à obtenir	311

B.4.5	Vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode indirecte	312
Annexe C (informative)	Évolutions des moteurs électriques et méthodes de démarrage des moteurs	315
C.1	Généralités	315
C.1.1	Modifications majeures du marché en ce qui concerne les moteurs électriques	315
C.1.2	Caractéristiques des moteurs électriques	316
C.1.3	Analyse du rendement des moteurs	316
C.1.4	Impacts sur l'appareillage	318
C.2	Variantes types de démarreurs directs	318
C.3	Aspects fonctionnels des démarreurs moteurs	321
C.4	Courants et couples au cours d'un démarrage étoile-triangle	323
C.5	Courants et couples types au cours d'un démarrage par autotransformateur	326
C.6	Forme d'onde des différents modes de fonctionnement d'un démarreur	328
Annexe D (informative)	Points qui font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur	330
Annexe E (Vacant)	331
Annexe F (normative)	Exigences pour un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir)	332
F.1	Application et objet	332
F.1.1	Application	332
F.1.2	Objet	332
F.2	Caractéristiques	332
F.3	Informations sur le matériel	332
F.4	Conditions normales de service, de montage et de transport	333
F.5	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	333
F.6	Essais	333
F.6.1	Généralités	333
F.6.2	Essais sur produits à l'état neuf	333
F.6.3	Essai après le fonctionnement conventionnel en service (défini dans le Tableau 10)	334
Annexe G (informative)	Courants assignés d'emploi et puissances assignées d'emploi des appareils de connexion pour moteurs électriques	335
G.1	Généralités	335
G.2	Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi	335
Annexe H (normative)	Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge	339
H.1	Généralités	339
H.2	Limites d'action des fonctions de commande	339
H.2.1	Généralités	339
H.2.2	Limites du relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension du circuit principal	339
H.3	Essai des fonctions de commande	339
Annexe I (informative)	Contacteurs AC-1 pour utilisation avec des moteurs commandés par des appareils à semiconducteurs	340
Annexe J (Vacant)	341
Annexe K (normative)	Procédure de détermination des données des contacteurs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle	342
K.1	Généralités	342
K.2	Exigences d'essais	342

K.3	Caractérisation d'un mode de défaillance	342
K.4	Rapports de défaillance d'un contacteur.....	342
Annexe L (normative) Procédure d'évaluation de la protection électromécanique contre les surcharges utilisée dans des applications de sécurité, et plus particulièrement dans des atmosphères explosives		344
L.1	Application et objet	344
L.1.1	Application.....	344
L.1.2	Objet	344
L.2	Procédure	344
L.2.1	Généralités	344
L.2.2	Processus de conception de sécurité	345
L.3	Exigences	345
L.3.1	Généralités	345
L.3.2	Plan de sécurité.....	346
L.3.3	Conception	346
L.3.4	Analyse des modes de défaillance de la fonction de sécurité et de leurs effets	347
L.3.5	Plan de conception	347
L.3.6	Vérification	347
L.3.7	Fonction évaluée	348
L.4	Documentation.....	348
L.4.1	Documentation de sécurité technique	348
L.4.2	Instructions de sécurité.....	348
L.5	Exemple.....	348
L.5.1	Description de l'architecture	348
L.5.2	AMDE	350
Annexe M (normative) Contacteurs à courant continu utilisés dans des applications photovoltaïques (PV)		360
M.1	Application	360
M.2	Objet.....	360
M.3	Classification	360
M.4	Caractéristiques.....	360
M.4.1	Généralités	360
M.4.2	Tension assignée de tenue aux chocs	360
M.4.3	Catégorie d'emploi.....	361
M.5	Informations sur le matériel.....	361
M.6	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	362
M.6.1	Généralités	362
M.6.2	Température de l'air ambiant	362
M.6.3	Altitude	362
M.7	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	363
M.7.1	Exigences relatives à la construction	363
M.7.2	Exigences de fonctionnement	363
M.7.3	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	364
M.8	Essais.....	364
M.8.1	Généralités	364
M.8.2	Essais de type	364
M.8.3	Pouvoirs de fermeture et de coupure et performance de fonctionnement conventionnel en service	365
M.8.4	Essai de cycles thermiques	365

M.8.5	Essai climatique	365
M.8.6	Essai diélectrique	366
M.8.7	Essai du courant critique de charge	366
M.8.8	Propriétés mécaniques et électriques des bornes	367
M.8.9	Degré de protection des contacteurs sous enveloppe	367
M.8.10	CEM	367
M.8.11	Distances d'isolement et lignes de fuite	367
Annexe N (normative) Exigences supplémentaires et essais pour le matériel avec séparation de protection		368
N.1	Généralités	368
N.2	Termes et définitions	368
N.3	Exigences	368
N.3.1	Méthode d'essai de mise en œuvre de l'impédance de protection	368
N.3.2	Mesurage du courant de contact	369
Annexe O (normative) Indicateurs de surveillance de charge		371
O.1	Généralités	371
O.2	Liste des indicateurs	371
O.3	Incertitude	373
O.4	Essais	374
O.4.1	Essais individuels de série	374
O.4.2	Essais de type	374
Annexe P (normative) Essais de coupure en court-circuit de l'ACPM		376
P.1	Conditions générales pour les essais	376
P.2	Pouvoir de coupure de service en court-circuit assigné	377
P.2.1	Généralités	377
P.2.2	Essai du pouvoir de coupure de service en court-circuit assigné	377
P.2.3	Vérification de l'aptitude au fonctionnement en service	377
P.2.4	Vérification de la rigidité diélectrique	377
P.2.5	Vérification de l'échauffement	378
P.2.6	Vérification des déclencheurs de surcharge	378
P.3	Pouvoir de coupure ultime en court-circuit assigné	378
P.3.1	Généralités	378
P.3.2	Vérification des déclencheurs de surcharge	379
P.3.3	Essai du pouvoir de coupure ultime en court-circuit assigné	379
P.3.4	Vérification de la rigidité diélectrique	379
P.3.5	Vérification des déclencheurs de surcharge	379
P.4	Essai de l'ACPM pour les schémas de mise à la terre de type IT	379
P.4.1	Généralités	380
P.4.2	Court-circuit sur un pôle séparément	380
P.4.3	Vérification de la rigidité diélectrique	380
P.4.4	Vérification des déclencheurs de surcharge	380
P.4.5	Marquage	381
Bibliographie		382
Figure 1 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge à fonctionnement différé compensés pour la température de l'air ambiant		253
Figure 2 – Essai de mémoire thermique		254
Figure 3 – Exemple de différentes parties		258

Figure 4 – Exemples de caractéristiques de coordination d'un démarreur	268
Figure 5 – Mesurage de chute de tension au point de contact de la borne de contact	274
Figure 6 – Enveloppe du courant de crête	281
Figure A.1 – Circuit principal	304
Figure A.2 – Relais de surcharge	305
Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant	314
Figure C.1 – Caractéristiques des moteurs électriques	316
Figure C.2 – Courant assigné pour différentes classes de rendement énergétique	317
Figure C.3 – Rapport du courant rotor bloqué assigné au courant nominal	317
Figure C.4 – Rapport du courant d'appel au courant nominal	318
Figure C.5 – Connexions aux enroulements des moteurs	319
Figure C.6 – Courant et couple lors d'un démarrage direct	320
Figure C.7 – Variantes types de démarreurs protégés, de combinés de démarrage, d'appareils de connexion protégés et de combinés d'appareils de connexion	321
Figure C.8 – Représentation fonctionnelle des démarreurs moteurs	322
Figure C.9 – Protection des moteurs contre les surcharges intégrée à un disjoncteur	323
Figure C.10 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle	324
Figure C.11 – Temporisation de la commutation étoile-triangle	325
Figure C.12 – Méthode et schéma types de démarrage, au moyen d'un démarreur étoile-triangle, de moteurs à induction à courant alternatif	326
Figure C.13 – Courbes types de courants et de couples au cours du démarrage par autotransformateur d'un moteur	327
Figure C.14 – Schémas types de démarrage, au moyen d'autotransformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif	328
Figure C.15 – Exemples de courbes de courant et de temps de démarrage et d'arrêt d'un moteur dans un ou deux sens	329
Figure F.1 – Contact miroir	333
Figure L.1 – Processus de conception de sécurité	345
Figure L.2 – Structure type d'un relais thermique de surcharge	349
Figure L.3 – Structure type d'un ACPM	350
Figure N.1 – Protection au moyen de l'impédance de protection	369
Figure N.2 – Instrument de mesure	370
Figure O.1 – Exemple de quantification d'une modification de procédé	373
Tableau 1 – Catégories d'emploi	232
Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharge	235
Tableau 19 – Limites pour les sources d'énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités	247
Tableau 20 – Limites pour les sources d'énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités	248
Tableau 21 – Limites pour la source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant	249
Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge à fonctionnement différé alimentés sur tous leurs pôles	253

Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires à fonctionnement différé alimentés sur deux pôles seulement.....	255
Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile.....	257
Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent	259
Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure qui correspondent aux catégories d'emploi.....	261
Tableau 8 – Relation entre le courant d'essai et la durée à l'état non passant pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.....	263
Tableau 9 – Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3.....	263
Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions de fermeture et de coupure en fonction de la catégorie d'emploi.....	264
Tableau 11 – Exigences de tenue aux courants de surcharge	266
Tableau 12 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité	270
Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi.....	294
Tableau 14 – Valeur du courant d'essai présumé conventionnel en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé)	295
Tableau 15 – Procédure d'essai pour I_{Cd}	298
Tableau 16 – Essais d'immunité CEM	301
Tableau 17 – Limites de la tension perturbatrice aux bornes pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques (pour les accès principaux).....	303
Tableau 18 – Limites des essais d'émissions rayonnées.....	303
Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure qui correspondent aux différentes catégories d'emploi.....	309
Tableau B.2 – Conditions d'essai	312
Tableau F.1 – Tension d'essai selon l'altitude	334
Tableau G.1 – Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi des moteurs	336
Tableau K.1 – Mode de défaillance des contacteurs	342
Tableau K.2 – Rapports types de défaillance pour les contacteurs normalement ouverts	343
Tableau L.1 – Sévérité.....	350
Tableau L.2 – Occurrence.....	351
Tableau L.3 – Niveaux de détection	351
Tableau L.4 – Conclusion	352
Tableau L.5 – Exemple d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets pour relais thermique de surcharge.....	353
Tableau M.1 – Niveaux de tension de choc assignée des contacteurs PV.....	361
Tableau M.2 – Catégories d'emploi	361
Tableau M.3 – Conditions de température de l'air ambiant.....	362
Tableau M.4 – Vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure qui correspondent à la catégorie d'emploi DC-PV	363
Tableau M.5 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions de fermeture et de coupure qui correspondent à la catégorie DC-PV	364
Tableau M.6 – Description générale des séquences d'essais	365

Tableau M.7 – Nombre de cycles de manœuvres qui correspond au courant critique de charge	367
Tableau M.8 – Performances du courant critique de charge	367
Tableau O.1 – Liste des indicateurs de surveillance en courant alternatif.....	372
Tableau O.2 – Différentes possibilités admises pour vérifier les indicateurs	374
Tableau O.3 – Référence pour les conditions de vérification	375
Tableau O.4 – Niveaux d'harmoniques	375

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60947-4-1 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette cinquième édition annule et remplace la quatrième édition parue en 2018. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) objet du domaine d'application;
- b) appareil de connexion de protection uniquement instantanée des moteurs (ACPIM) (3.5.33);
- c) nature du matériel (5.2.1);
- d) méthodes de protection des moteurs contre les surcharges (5.2.6);
- e) adoption de la catégorie AC-7d de l'IEC 61095:2023 (en 5.4.2);
- f) relais de surcharge monté séparément d'un démarreur (en 5.7.3 b));
- g) démarreur et contacteur adaptés à une utilisation en aval d'un module d'entraînement principal (6.1.2 w));
- h) référence à l'IEC TS 63058 pour les aspects relatifs à l'environnement (en 6.4);
- i) câblage soumis à un mouvement (en 8.1.3);
- j) utilisation d'un dispositif de limitation des transitoires de tension (8.1.18);
- k) parties accessibles soumises à des limites de température (en 8.2.2.3);
- l) référence à l'Annexe X de l'IEC 60947-1:2020 pour la coordination entre ACPM et DPCC (8.2.5.4);
- m) référence à l'IEC TR 63216 avec différents environnements de CEM (8.3.1);
- n) référence à l'IEC TR 63201 pour la conception des logiciels intégrés (8.4);
- o) référence à l'IEC TS 63208 pour les aspects relatifs à la cybersécurité (8.5);
- p) mise à jour et complément de la méthode de mesure de la consommation de puissance de l'électroaimant (9.3.3.2.1.2);
- q) mise à jour de l'Annexe C, y compris justification de la catégorie AC-3e;
- r) détermination du courant critique de charge pour les applications photovoltaïques (M.8.7).

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

Projet	Rapport de vote
121A/571/FDIS	121A/580/RVD

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

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

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

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.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60947, publiées sous le titre général *Appareillage à basse tension*, se trouve sur le site web de l'IEC.

Le présent document doit être lu conjointement avec l'IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*. Les dispositions des règles générales s'appliquent au présent document lorsque cela est spécifiquement mentionné.

Les dispositions des règles générales traitées dans l'IEC 60947-1 s'appliquent à la présente partie de la série IEC 60947 lorsque cela est spécifiquement mentionné. Les articles, paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui sont ainsi applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1:2020. Par exemple, 5.3.4.1 de l'IEC 60947-1:2020, Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2020 ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2020.

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

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

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique aux équipements suivants:

- contacteurs électromécaniques et démarreurs, y compris les appareils de connexion de protection des moteurs (ACPM et ACPIM);
- organes de commande de contacteurs auxiliaires;
- contacts destinés exclusivement au circuit de la bobine du contacteur ou du contacteur auxiliaire;
- accessoires dédiés (câblage dédié, accessoires d'accrochage dédié, par exemple);

destinés à être connectés à des circuits de distribution, des circuits de moteur et à d'autres circuits de charge, dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux démarreurs de moteurs en courant continu;
- aux contacts auxiliaires des contacteurs et aux contacts des contacteurs auxiliaires. Ceux-ci sont couverts par l'IEC 60947-5-1;
- aux dispositifs de protection contre les courts-circuits intégrés dans les démarreurs autres que des ACPM. Ceux-ci sont couverts par l'IEC 60947-2 et l'IEC 60947-3;
- à la fonction de protection des moteurs contre les surcharges assurée par les unités de commande pour la protection thermique incorporée (CTP); Celle-ci est couverte par l'IEC 60947-8;
- à l'utilisation du matériel avec des mesures supplémentaires en atmosphères explosives. Cette utilisation est spécifiée par la série IEC 60079.

Le présent document a pour objet de fixer:

- les caractéristiques et la composition du matériel (Article 5);
- les conditions applicables au matériel en ce qui concerne:
 - son fonctionnement (5.2.5) et ses fonctions de protection (5.2.6, 5.7, 5.8);
 - ses environnements prévus (6.5, 8.3.1) et ses applications prévues (5.4, Annexe C, Annexe D, Annexe G, Annexe H, Annexe I, Annexe M, Annexe O), y compris les applications de sécurité (Annexe F, Annexe K, Annexe L);
 - sa construction et ses performances (Article 8), y compris les exigences de réduction des risques de choc électrique, de danger électrique, de danger d'incendie et de danger mécanique, de mauvais usage raisonnablement prévisible, de problèmes de compatibilité électromagnétique (CEM), d'erreurs logicielles et de problèmes de sécurité;
- les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais (Article 9);
- les informations à fournir avec les matériels ou dans la documentation du produit (Article 6).

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 60034-1:2022, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

IEC 60034-12:2016, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse*

IEC 60034-30-1:2014, *Machines électriques tournantes – Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)*

IEC 60068-2-14:2023, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60079-14, *Atmosphères explosives – Partie 14: Conception, sélection et construction des installations électriques*

IEC 60085:2007, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 60364-1:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

IEC 60715:2017, *Dimensions de l'appareillage à basse tension – Montage normalisé sur profilés-supports pour le support mécanique des appareillages et de leurs accessoires*

IEC 60730-1, *Dispositifs de commande électrique automatiques – Partie 1: Exigences générales*

IEC 60947-1:2020, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

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

IEC 60947-5-1:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

IEC 61051-2, *Varistances utilisées dans les équipements électroniques – Partie 2: Spécification intermédiaire pour varistances pour limitations de surtensions transitoires*

IEC 61095:2023, *Contacteurs électromécaniques pour usages domestiques et analogues*

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

IEC 61439 (toutes les parties), *Ensembles d'appareillage à basse tension*

IEC 61643-331, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 331: Exigences de performance et méthodes d'essai pour les varistances à oxyde métallique (MOV)*

IEC 61800-5-1:2022, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Électrique, thermique et énergétique*

IEC 61810-1, *Relais électromécaniques élémentaires – Partie 1: Exigences générales et de sécurité*

IEC TS 63058, *Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension – Aspects environnementaux*

IEC TS 63208, *Low voltage switchgear and controlgear – Security aspects* (disponible en anglais seulement)

IEC TR 63216:2019, *Low-voltage switchgear and controlgear – Electromagnetic compatibility assessment for switchgear and controlgear and their assemblies* (disponible en anglais seulement)

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*

ISO 3864-2, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 2: Principes de conception pour l'étiquetage de sécurité des produits*