



PRE-RELEASE VERSION (FDIS)



**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

**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.**



This is a preview - click here to buy the full publication

121A/224/FDIS

FINAL DRAFT INTERNATIONAL STANDARD (FDIS)

PROJECT NUMBER:

IEC 60947-4-1 ED4

DATE OF CIRCULATION:

2018-05-11

CLOSING DATE FOR VOTING:

2018-06-22

SUPERSEDES DOCUMENTS:

121A/151/CDV, 121A/169A/RVC

IEC SC 121A : LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR	
SECRETARIAT: France	SECRETARY: Mr Eric Bettega
OF INTEREST TO THE FOLLOWING COMMITTEES: TC 2, SC 23E, TC 31, TC 61, SC 121B	HORIZONTAL STANDARD: <input type="checkbox"/>
FUNCTIONS CONCERNED: <input checked="" type="checkbox"/> EMC <input type="checkbox"/> ENVIRONMENT <input type="checkbox"/> QUALITY ASSURANCE <input checked="" type="checkbox"/> SAFETY	
<input checked="" type="checkbox"/> SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING Attention IEC-CENELEC parallel voting The attention of IEC National Committees, members of CENELEC, is drawn to the fact that this Final Draft International Standard (FDIS) is submitted for parallel voting. The CENELEC members are invited to vote through the CENELEC online voting system.	<input type="checkbox"/> NOT SUBMITTED FOR CENELEC PARALLEL VOTING

This document is a draft distributed for approval. It may not be referred to as an International Standard until published as such.

In addition to their evaluation as being acceptable for industrial, technological, commercial and user purposes, Final Draft International Standards may on occasion have to be considered in the light of their potential to become standards to which reference may be made in national regulations.

Recipients of this document are invited to submit, with their comments, notification of any relevant patent rights of which they are aware and to provide supporting documentation.

TITLE:

IEC 60947-4-1 Ed. 4: Low-voltage switchgear and controlgear - Part 4-1: Contactors and motor-starters - Electromechanical contactors and motor-starters

PROPOSED STABILITY DATE: 2023

NOTE FROM TC/SC OFFICERS:

SC121A officers supports circulation of FDIS for project IEC 60947-4-1 ED4

Copyright © 2018 International Electrotechnical Commission, IEC. All rights reserved. It is permitted to download this electronic file, to make a copy and to print out the content for the sole purpose of preparing National Committee positions. You may not copy or "mirror" the file or printed version of the document, or any part of it, for any other purpose without permission in writing from IEC.

CONTENTS

FOREWORD.....	10
INTRODUCTION.....	13
1 Scope.....	14
2 Normative references	15
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	16
3.1 General.....	16
3.2 Alphabetical index of terms	16
3.3 Terms and definitions concerning contactors	18
3.4 Terms and definitions concerning starters	19
3.5 Terms and definitions concerning characteristic quantities.....	25
3.6 Terms and definitions concerning safety aspects	26
3.7 Symbols and abbreviated terms	27
4 Classification.....	28
5 Characteristics of contactors and starters	28
5.1 Summary of characteristics	28
5.2 Type of equipment	29
5.2.1 Kind of equipment.....	29
5.2.2 Number of poles	29
5.2.3 Kind of current (AC or DC).....	29
5.2.4 Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.)	29
5.2.5 Operating conditions of the equipment.....	29
5.3 Rated and limiting values for main circuits	29
5.3.1 Rated voltages	29
5.3.2 Currents or powers	31
5.3.3 Rated frequency	32
5.3.4 Rated duties	32
5.3.5 Normal load and overload characteristics	33
5.3.6 Short-circuit characteristics	35
5.3.7 Pole impedance of a contactor (Z)	36
5.4 Utilization category	36
5.4.1 General	36
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests	36
5.5 Control circuits.....	38
5.6 Auxiliary circuits.....	39
5.7 Characteristics of relay and release of overload relays and motor protective switching device (MPSD)	39
5.7.1 Summary of characteristics.....	39
5.7.2 Types of relay or release	39
5.7.3 Characteristic values	39
5.7.4 Designation and current settings of overload relays	41
5.7.5 Time-current characteristics of overload relays	41
5.7.6 Influence of ambient air temperature.....	42
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices.....	42
5.9 Void	42
5.10 Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices.....	42

5.10.1	Types	42
5.10.2	Characteristics.....	42
5.11	Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters	43
5.12	Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters	43
6	Product information	43
6.1	Nature of information	43
6.1.1	Identification.....	43
6.1.2	Characteristics, basic rated values and utilization.....	44
6.2	Marking.....	45
6.3	Instructions for installation, operation, maintenance, decommissioning and dismantling	46
6.4	Environmental information	46
7	Normal service, mounting and transport conditions.....	46
8	Constructional and performance requirements	47
8.1	Constructional requirements	47
8.1.1	General	47
8.1.2	Materials	47
8.1.3	Current-carrying parts and their connections	48
8.1.4	Clearances and creepage distances	48
8.1.5	Actuator.....	48
8.1.6	Indication of the contact position	49
8.1.7	Additional requirements for equipment suitable for isolation.....	49
8.1.8	Terminals	49
8.1.9	Additional requirements for equipment provided with a neutral pole.....	49
8.1.10	Provisions for protective earthing.....	49
8.1.11	Enclosures for equipment	49
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment	50
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits	50
8.1.14	Limited energy source	50
8.1.15	Stored charge energy circuit.....	52
8.1.16	Fault and abnormal conditions.....	52
8.1.17	Short-circuit and overload protection of ports.....	53
8.2	Performance requirements	53
8.2.1	Operating conditions.....	53
8.2.2	Temperature-rise	59
8.2.3	Dielectric properties.....	61
8.2.4	Normal load and overload performance requirements	62
8.2.5	Co-ordination with short-circuit protective devices	68
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC).....	71
8.3.1	General	71
8.3.2	Immunity.....	71
8.3.3	Emission.....	72
9	Tests	72
9.1	Kinds of test.....	72
9.1.1	General	72
9.1.2	Type tests.....	73
9.1.3	Routine tests	73

9.1.4	Sampling tests.....	73
9.1.5	Special tests.....	74
9.2	Compliance with constructional requirements.....	75
9.2.1	General.....	75
9.2.2	Electrical performance of screwless-type clamping units.....	75
9.2.3	Ageing test for screwless-type clamping units.....	75
9.2.4	Limited energy source test.....	76
9.2.5	Breakdown of components.....	76
9.3	Compliance with performance requirements.....	77
9.3.1	Test sequences.....	77
9.3.2	General test conditions.....	78
9.3.3	Performance under no load, normal load and overload conditions.....	78
9.3.4	Performance under short-circuit conditions.....	90
9.3.5	Overload current withstand capability of contactors.....	95
9.3.6	Routine tests and sampling tests.....	95
9.4	EMC tests.....	97
9.4.1	General.....	97
9.4.2	Immunity.....	97
9.4.3	Emission.....	99
Annex A (normative) Marking and identification of terminals of contactors, starters and associated overload relays.....		101
A.1	General.....	101
A.2	Marking and identification of terminals of main circuits.....	101
A.3	Marking and identification of terminals of overload relays.....	101
Annex B (normative) Special tests.....		103
B.1	General.....	103
B.2	Mechanical durability.....	103
B.2.1	General.....	103
B.2.2	Verification of mechanical durability.....	103
B.3	Electrical durability.....	105
B.3.1	General.....	105
B.3.2	Results to be obtained.....	106
B.3.3	Statistical analysis of test results for contactors or starters.....	106
B.4	Coordination at the crossover current between the starter and associated SCPD.....	107
B.4.1	General and definitions.....	107
B.4.2	Condition for the test for the verification of co-ordination at the crossover current by a direct method.....	108
B.4.3	Test currents and test circuits.....	108
B.4.4	Test procedure and results to be obtained.....	108
B.4.5	Verification of co-ordination at the crossover current by an indirect method.....	108
Annex C (informative) Typical characteristics of starters.....		111
Annex D (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user.....		118
Annex E (Void).....		119
Annex F (normative) Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact).....		120
F.1	Application and object.....	120
F.1.1	Application.....	120

F.1.2	Object.....	120
F.2	Terms and definitions.....	120
F.3	Characteristics.....	120
F.4	Product information.....	120
F.5	Normal service, mounting and transport conditions	121
F.6	Constructional and performance requirements	121
F.7	Tests	121
F.7.1	General	121
F.7.2	Tests on products in a new condition	121
F.7.3	Test after conventional operational performance (defined under Table 13).....	122
Annex G (informative)	Rated operational currents and rated operational powers of switching devices for electrical motors	123
G.1	General.....	123
G.2	Rated operational powers and rated operational currents.....	123
Annex H (normative)	Extended functions to electronic overload relays	127
H.1	General.....	127
H.2	Terms and definitions.....	127
H.3	Limits of operation of control functions	127
H.3.1	General	127
H.3.2	Limits of electronic overload relay with main circuit under-voltage restarting function.....	127
H.4	Test of the control functions	128
Annex I (informative)	AC-1 contactors for use with semiconductor controlled motor load....	129
Annex J (Void)	130
Annex K (normative)	Procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications	131
K.1	General.....	131
K.2	Test requirements	131
K.3	Characterization of a failure mode	131
K.4	Failure ratios of a contactor	131
Annex L (normative)	Assessment procedure for electromechanical overload protection used in safety applications and especially in explosive atmospheres	133
L.1	Application and object.....	133
L.1.1	Application.....	133
L.1.2	Object.....	133
L.2	Terms, definitions and symbols	133
L.2.1	Terms and definitions	133
L.2.2	Symbols and abbreviations	134
L.3	Procedure	135
L.3.1	General	135
L.3.2	Safety design process	135
L.4	Requirements	136
L.4.1	General	136
L.4.2	Safety plan	136
L.4.3	Design	137
L.4.4	Failure mode and effects analysis of the safety function	137
L.4.5	Design plan	138
L.4.6	Verification	138

L.4.7	Function assessed	138
L.5	Documentation	138
L.5.1	Technical safety documentation	138
L.5.2	Safety instructions	138
L.6	Example	139
L.6.1	architecture description	139
L.6.2	FMEA	140
Annex M (normative)	DC contactors for use in photovoltaic (PV) applications	148
M.1	Application	148
M.2	Object	148
M.3	Terms and definitions	148
M.4	Classification	149
M.5	Characteristics	149
M.5.1	General	149
M.5.2	Rated impulse withstand voltage	149
M.5.3	Utilization category	149
M.6	Product information	150
M.7	Normal service, mounting and transport conditions	150
M.7.1	General	150
M.7.2	Ambient air temperature	150
M.7.3	Altitude	150
M.8	Constructional and performance requirements	151
M.8.1	Constructional requirements	151
M.8.2	Performance requirements	151
M.8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	152
M.9	Tests	152
M.9.1	General	152
M.9.2	Type tests	152
M.9.3	Making and breaking capacities and conventional operational performance	153
M.9.4	Thermal cycling test	153
M.9.5	Climatic test	153
M.9.6	Dielectric test	153
M.9.7	Critical load current test	154
M.9.8	Mechanical properties	155
M.9.9	Degree of protection of enclosed contactors	156
M.9.10	EMC	156
M.9.11	Clearance and creepage distances	156
Annex N (normative)	Additional requirements and tests for equipment with protective separation	157
N.1	General	157
N.2	Definitions	157
N.3	Requirements	157
N.3.1	Test method for implementing protective impedance	157
N.3.2	Touch current measurement	158
Annex O (informative)	Load monitoring indicators	160
O.1	General	160
O.2	Indicators list	160
O.3	Uncertainty	162

O.4	Tests	163
O.4.1	Routine tests	163
O.4.2	Type tests.....	163
Annex P (normative)	Short-circuit breaking tests of MPSD	165
P.1	General test conditions	165
P.2	Rated service short-circuit breaking capacity	165
P.2.1	General	165
P.2.2	Test of rated service short-circuit breaking capacity.....	166
P.2.3	Verification of operational performance capability	166
P.2.4	Verification of dielectric withstand.....	166
P.2.5	Verification of temperature-rise.....	167
P.2.6	Verification of overload releases	167
P.3	Rated ultimate short-circuit breaking capacity	167
P.3.1	General	167
P.3.2	Verification of overload releases	167
P.3.3	Test of rated ultimate short-circuit breaking capacity	168
P.3.4	Verification of dielectric withstand.....	168
P.3.5	Verification of overload releases	168
P.4	Test of MPSD for IT system	168
P.4.1	General	168
P.4.2	Individual pole short-circuit	168
P.4.3	Verification of dielectric withstand.....	169
P.4.4	Verification of overload releases	169
P.4.5	Marking	169
Annex Q (normative)	Co-ordination under short-circuit conditions between a MPSD and another short-circuit protective device associated in the same circuit	170
Q.1	Application	170
Q.2	Object.....	170
Q.3	General requirements for the co-ordination of a MPSD with another SCPD	171
Q.3.1	General considerations	171
Q.3.2	Behaviour of C_1 in association with another SCPD	171
Q.4	Type and characteristics of the associated SCPD	171
Q.5	Verification of selectivity	172
Q.5.1	General	172
Q.5.2	Consideration of selectivity by desk study.....	172
Q.5.3	Selectivity determined by test	173
Bibliography.....		178
Figure 1 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays		56
Figure 2 – Thermal memory test		57
Figure 3 – Examples of co-ordination characteristics of a starter.....		70
Figure 4 – Voltage drop measurement at contact point of the clamping terminal		75
Figure 5 – Example of a pole impedance measurement for a 3 pole contactor		81
Figure A.1 – Main circuit		101
Figure A.2 – Overload relays		102
Figure B.1 – Examples of time-current withstand characteristic.....		110

Figure C.1 – Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 3.4.4.1)	111
Figure C.2 – Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 3.4.4.2)	112
Figure C.3 – Typical variants of protected starters, combination starters, protected switching devices and combination switching devices	113
Figure C.4 – Example of three-phase diagram of a rheostatic rotor starter with three starting steps and one direction of rotation (in the case when all the mechanical switching devices are contactors)	114
Figure C.5 – Typical methods and diagrams of starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers	116
Figure C.6 – Examples of speed/time curves corresponding to cases a), b), c), d), e) and f) of 5.3.5.6.1	117
Figure F.1 – Mirror contact.....	121
Figure L.1 – Safety design process	136
Figure L.2 – Typical structure of a thermal overload relay	139
Figure L.3 – typical structure of MPSD.....	140
Figure M.1 – Critical current.....	154
Figure N.1 – Protection by means of protective impedance	158
Figure N.2 – Measuring instrument	159
Figure O.1 – Example of quantification of a process change	162
Figure Q.1 – Over-current co-ordination between a MPSD and a fuse or back-up protection by a fuse: operating characteristics	175
Figure Q.2 – Total selectivity between MPSD and circuit-breakers – Case 1	176
Figure Q.3 – Total selectivity between MPSD and circuit-breakers – Case 2	176
Figure Q.4 – Back-up protection by a circuit-breaker – Operating characteristics – Case 1	177
Figure Q.5 – Back-up protection by a circuit-breaker – Operating characteristics – Case 2	177
Table 1 – Utilization categories	38
Table 2 – Trip classes of overload relays	41
Table 3 – Limits for limited energy sources without an over-current protective device	51
Table 4 – Limits for limited energy sources with an over-current protective device	51
Table 5 – Limits for limited energy source with current limiting impedance	52
Table 6 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles.....	55
Table 7 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only.....	58
Table 8 – Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil	60
Table 9 – Intermittent duty test cycle data.....	61
Table 10 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category.....	63
Table 11 – Relationship between the test current and off-time for the verification of rated making and breaking capacities	65
Table 12 – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings	65

Table 13 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category	66
Table 14 – Overload current withstand requirements	68
Table 15 – Test conditions for I_{Cd}	70
Table 16 – Specific acceptance criteria for immunity tests	72
Table 17 – Value of the prospective test current according to the rated operational current	92
Table 18 – Value of the prospective test current according to the rated operational current (harmonized table)	92
Table 19 – EMC immunity tests	97
Table 20 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (for mains ports)	99
Table 21 – Radiated emission test limits	100
Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories	106
Table B.2 – Test conditions	109
Table F.1 – Test voltage according to altitude	122
Table G.1 – Rated operational powers and rated operational currents of motors	124
Table K.1 – Failure mode of contactors	131
Table K.2 – Typical failure ratios for normally open contactors	132
Table L.1 – Severity	140
Table L.2 – Occurrence	141
Table L.3 – Detection levels	141
Table L.4 – Conclusion	142
Table L.5 – Example of failure mode and effects analysis for thermal overload relay	143
Table M.1 – Rated impulse voltage levels for PV contactors	149
Table M.2 – Utilization categories	149
Table M.3 – Ambient air temperature conditions	150
Table M.4 – Verification of rated making and breaking capacities – Conditions for making and breaking corresponding to the DC-PV category	151
Table M.5 – Conventional operational performance – Making and breaking condition corresponding to the DC-PV category	152
Table M.6 – Overall scheme of test sequences	153
Table M.7 – Number of operating cycles corresponding to the critical load current	155
Table M.8 – Critical load current performance	155
Table O.1 – AC monitoring indicators list	161
Table O.2 – Different possibilities authorized for verification of indicators	163
Table O.3 – Reference for verification conditions	164
Table O.4 – Harmonic levels	164

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) 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 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.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2009 and its Amendment 1:2012. This edition constitutes a technical revision.

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

- Scope structure and exclusions
- Editorial correction of notes and hanging paragraphs
- Reference to IEC 62683-1

- Motor protective switching device (MPSD) with its requirements
- Safety aspects related to:
 - General aspects;
 - Limited energy circuits;
 - Electronic circuits;
 - Assessment procedure for electromechanical overload protection used in safety - applications (new Annex L)
- Introduction of provisions covering the impact of higher locked rotor current to achieve high efficiency class
- Mention of dedicated wiring accessories
- Pickup power measurement
- Alignment to IEC 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014
- Direct current requirements for covering photovoltaic application (new Annex M)
- Load monitoring indicators (new Annex O)
- Short-circuit breaking tests of MPSD (new Annex P)
- Co-ordination under short-circuit conditions between a MPSD and another short-circuit protective device associated in the same circuit (new Annex Q)

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

FDIS	Report on voting
121A/XX/FDIS	121A/XX/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.

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

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 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, *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 60947-1:2007, IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, and IEC 60947-1:2007/AMD2:2014. For example, 4.3.4.1 of IEC 60947-1:2007, Table 4 of IEC 60947-1:2007, or Annex A of IEC 60947-1:2007.

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.

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

INTRODUCTION

This document introduces the requirements for motor protection switching devices (MPSD).

MPSDs have been available on the market for many years. They are introduced in this document for covering the minimum safety and performance requirements of a manual motor starter with integral electromechanical or electronic short-circuit protection. This device fulfils all requirements of a starter and specific requirements of a circuit-breaker according to IEC 60947-2, mainly I_{CU} and I_{CS} , for protecting the motor and its circuit with control devices e.g. a contactor. An MPSD is not intended to support neutral pole, DC ratings, rated uninterrupted current I_U , backup protection, short-circuit tripping time-delay, selectivity category, withdrawable capability, RCD, recloser, EMC requirements of IEC 60947-2, etc.

Circuit-breakers according to Annex O of IEC 60947-2:2016 with motor overload protection characteristic according to this document but without starter ratings e.g. AC-3 are also available on the market. These devices are not covered by this document.

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 device (MPSD);
- actuators of contactor relays;
- contacts dedicated exclusively to the coil circuit of this contactor or this 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 covers also the assessment procedure for electromechanical overload protection used in safety applications such as protecting a motor located in explosive atmosphere from the outside atmosphere: See Annex L.

This document does not apply to:

- starters for DC motors¹;
NOTE 1 The requirements for DC motor starters are under consideration for the next maintenance cycle.
- auxiliary contacts of contactors and contacts of contactor relays. These are covered by IEC 60947-5-1;
- starter used downstream to frequency drive¹;
NOTE 2 Additional requirements for starter used downstream to frequency drive are under consideration for the next maintenance cycle.
- short-circuit protective device integrated within starters other than MPSDs. This is covered by IEC 60947-2 and IEC 60947-3;
- the use of the product with additional measure within explosive atmospheres. These are given in IEC 60079 series;
- embedded software design rules¹;
- cyber security aspects. These are covered by IEC 62443 series.

The objective of this document is to state:

- a) the characteristics of the equipment;
- b) the conditions applicable to the equipment with reference to:
 - 1) its operation and behaviour,
 - 2) its dielectric properties,
 - 3) its degree of protection,

¹ For this subject the manufacturer is responsible for taking additional safety measures.

- 4) its construction including safety measures against electric shock, fire hazard and mechanical hazard;
- c) the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
- d) the information to be given with the equipment or in the manufacturer's literature.

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 60034-1:2017, *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, *Rotating electrical machines – Part 30-1: Efficiency classes of line operated AC motors (IE code)*

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60068-2-14:2009, *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 60364-7-712, *Low voltage electrical installations – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems*

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 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

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 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity standard for industrial environments*

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

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

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

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

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

CISPR 11:2015/AMD1:2016

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	11
INTRODUCTION	14
1 Domaine d'application	15
2 Références normatives	16
3 Termes, définitions, symboles et abréviations	17
3.1 Généralités	17
3.2 Index alphabétique des termes	17
3.3 Termes et définitions relatifs aux contacteurs	19
3.4 Termes et définitions relatives aux démarreurs	20
3.5 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques	26
3.6 Termes et définitions relatifs aux aspects liés à la sécurité	27
3.7 Symboles et abréviations	28
4 Classification	29
5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs	29
5.1 Énumération des caractéristiques	29
5.2 Type du matériel	30
5.2.1 Nature du matériel	30
5.2.2 Nombre de pôles	30
5.2.3 Nature du courant (alternatif ou continu)	30
5.2.4 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.)	30
5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel	30
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	31
5.3.1 Tensions assignées	31
5.3.2 Courants ou puissances	32
5.3.3 Fréquence assignée	34
5.3.4 Services assignés	34
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge	35
5.3.6 Caractéristiques de court-circuit	37
5.3.7 Impédance de pôle d'un contacteur (Z)	38
5.4 Catégorie d'emploi	38
5.4.1 Généralités	38
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi en fonction des résultats d'essais	38
5.5 Circuits de commande	40
5.6 Circuits auxiliaires	41
5.7 Caractéristiques du relais et du déclencheur des relais de surcharge et de l'appareil de connexion de protection des moteurs (ACPM)	41
5.7.1 Énumération des caractéristiques	41
5.7.2 Types du relais ou du déclencheur	41
5.7.3 Valeurs caractéristiques	42
5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge	43
5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge	43
5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant	44
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	44
5.9 Vide	44
5.10 Types et caractéristiques des appareils de commande automatique de commutation et des appareils de commande automatique d'accélération	44

5.10.1	Types	44
5.10.2	Caractéristiques	44
5.11	Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes.....	45
5.12	Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances	45
6	Informations sur le matériel	46
6.1	Nature des informations	46
6.1.1	Identification	46
6.1.2	Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation	46
6.2	Marquage	48
6.3	Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage	48
6.4	Informations relatives à l'environnement	49
7	Conditions normales de service, de montage et de transport	49
8	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement	49
8.1	Exigences relatives à la construction	49
8.1.1	Généralités	49
8.1.2	Matériaux	50
8.1.3	Parties conductrices et leurs connexions	50
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	50
8.1.5	Organe de commande	51
8.1.6	Indication de la position des contacts	51
8.1.7	Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement.....	51
8.1.8	Bornes.....	51
8.1.9	Exigences supplémentaires pour les matériels équipés d'un pôle neutre	52
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	52
8.1.11	Enveloppes pour le matériel	52
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....	52
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques	52
8.1.14	Source d'énergie limitée	52
8.1.15	Circuit d'énergie de charge emmagasinée	55
8.1.16	Conditions de défaut et conditions anormales	55
8.1.17	Protection des accès contre les courts-circuits et les surcharges.....	56
8.2	Exigences relatives au fonctionnement	56
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	56
8.2.2	Échauffement	62
8.2.3	Propriétés diélectriques	64
8.2.4	Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge	65
8.2.5	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits	71
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM)	74
8.3.1	Généralités	74
8.3.2	Immunité	74
8.3.3	Émission.....	75
9	Essais	76
9.1	Nature des essais	76
9.1.1	Généralités	76
9.1.2	Essais de type	76

9.1.3	Essais individuels de série.....	76
9.1.4	Essais sur prélèvement.....	76
9.1.5	Essais spéciaux.....	77
9.2	Conformité aux exigences de construction	78
9.2.1	Généralités	78
9.2.2	Performance électrique des organes de serrage sans vis	78
9.2.3	Essai de vieillissement pour organes de serrage sans vis.....	79
9.2.4	Essai de la source d'énergie limitée.....	79
9.2.5	Défaillance de composants.....	80
9.3	Conformité aux exigences relatives au fonctionnement	81
9.3.1	Séquences d'essais	81
9.3.2	Conditions générales pour les essais.....	81
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	82
9.3.4	Fonctionnement en court-circuit.....	95
9.3.5	Capacité de tenue des contacteurs aux courants de surcharge.....	100
9.3.6	Essais individuels de série et essais sur prélèvement.....	101
9.4	Essais CEM	102
9.4.1	Généralités	102
9.4.2	Immunité	103
9.4.3	Émission.....	105
Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes des contacteurs, des démarreurs et des relais de surcharge associés		107
A.1	Généralités	107
A.2	Marquage et identification des bornes des circuits principaux	107
A.3	Marquage et identification des bornes des relais de surcharge	107
Annexe B (normative) Essais spéciaux		109
B.1	Généralités	109
B.2	Durabilité mécanique	109
B.2.1	Généralités	109
B.2.2	Vérification de la durabilité mécanique	109
B.3	Durabilité électrique.....	111
B.3.1	Généralités.....	111
B.3.2	Résultats à obtenir	112
B.3.3	Analyse statistique des résultats d'essais pour les contacteurs ou les démarreurs	113
B.4	Coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC associé.....	113
B.4.1	Généralités et définitions	113
B.4.2	Condition pour l'essai de vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode directe	114
B.4.3	Courants d'essai et circuits d'essai	114
B.4.4	Procédure d'essai et résultats à obtenir	114
B.4.5	Vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode indirecte	115
Annexe C (informative) Caractéristiques types des démarreurs		118
Annexe D (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur		125
Annexe E (Vide).....		126

Annexe F (normative) Exigences pour un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir).....	127
F.1 Application et objet	127
F.1.1 Application.....	127
F.1.2 Objet	127
F.2 Termes et définitions	127
F.3 Caractéristiques.....	127
F.4 Informations sur le matériel.....	127
F.5 Conditions normales de service, de montage et de transport.....	128
F.6 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	128
F.7 Essais.....	128
F.7.1 Généralités	128
F.7.2 Essais sur produits à l'état neuf.....	128
F.7.3 Essai après le fonctionnement conventionnel en service (défini dans le Tableau 13)	129
Annexe G (informative) Courants assignés d'emploi et puissances assignées d'emploi des appareils de connexion pour moteurs électriques	130
G.1 Généralités	130
G.2 Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi.....	130
Annexe H (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge	134
H.1 Généralités	134
H.2 Termes et définitions	134
H.3 Limites d'action des fonctions de commande.....	134
H.3.1 Généralités	134
H.3.2 Limites du relais électronique de surcharge avec fonction de redémarrage à minimum de tension du circuit principal.....	135
H.4 Essai des fonctions de commande	135
Annexe I (informative) Contacteurs AC-1 pour utilisation avec des moteurs commandés par des appareils à semiconducteurs	136
Annexe J (Vide).....	137
Annexe K (normative) Procédure de détermination des données des contacteurs électromécaniques utilisés dans des applications de sécurité fonctionnelle.....	138
K.1 Généralités	138
K.2 Exigences d'essais	138
K.3 Caractérisation d'un mode de défaillance.....	138
K.4 Rapports de défaillance d'un contacteur.....	138
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.....	140
L.1 Application et objet	140
L.1.1 Application.....	140
L.1.2 Objet	140
L.2 Termes, définitions et symboles.....	140
L.2.1 Termes et définitions	140
L.2.2 Symboles et abréviations.....	142
L.3 Procédure	142
L.3.1 Généralités.....	142
L.3.2 Processus de conception de sécurité.....	142
L.4 Exigences	143

L.4.1	Généralités	143
L.4.2	Plan de sécurité.....	144
L.4.3	Conception	144
L.4.4	Analyse des modes de défaillance et de leurs effets de la fonction de sécurité	145
L.4.5	Plan de conception	145
L.4.6	Vérification	145
L.4.7	Fonction évaluée	146
L.5	Documentation.....	146
L.5.1	Documentation de sécurité technique	146
L.5.2	Instructions de sécurité.....	146
L.6	Exemple.....	146
L.6.1	Description de l'architecture	146
L.6.2	AMDE	148
Annexe M (normative) Contacteurs à courant continu utilisés dans des applications photovoltaïques (PV)		158
M.1	Application	158
M.2	Objet.....	158
M.3	Termes et définitions	158
M.4	Classification	159
M.5	Caractéristiques.....	159
M.5.1	Généralités	159
M.5.2	Tension assignée de tenue aux chocs	159
M.5.3	Catégorie d'emploi.....	159
M.6	Informations sur le matériel.....	160
M.7	Conditions normales de service, de montage et de transport.....	160
M.7.1	Généralités	160
M.7.2	Température de l'air ambiant	160
M.7.3	Altitude	161
M.8	Exigences relatives à la construction et au fonctionnement.....	161
M.8.1	Exigences relatives à la construction	161
M.8.2	Exigences relatives au fonctionnement	161
M.8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	162
M.9	Essais.....	163
M.9.1	Généralités	163
M.9.2	Essais de type	163
M.9.3	Pouvoirs de fermeture et de coupure et performance de fonctionnement conventionnel en service	163
M.9.4	Essai de cycles thermiques	163
M.9.5	Essai climatique	164
M.9.6	Essai diélectrique	164
M.9.7	Essai du courant critique de charge	164
M.9.8	Propriétés mécaniques	166
M.9.9	Degré de protection des contacteurs sous enveloppe	166
M.9.10	CEM	166
M.9.11	Distances d'isolement et lignes de fuite	166
Annexe N (normative) Exigences supplémentaires et essais pour le matériel avec séparation de protection		167
N.1	Généralités	167

N.2	Définitions.....	167
N.3	Exigences	167
N.3.1	Méthode d'essai de mise en œuvre de l'impédance de protection	167
N.3.2	Mesurage du courant de contact.....	168
Annexe O (informative)	Indicateurs de surveillance de charge	170
O.1	Généralités	170
O.2	Liste des indicateurs	170
O.3	Incertitude.....	172
O.4	Essais.....	173
O.4.1	Essais individuels de série.....	173
O.4.2	Essais de type	173
Annexe P (normative)	Essais de coupure en court-circuit de l'ACPM	175
P.1	Conditions générales d'essai	175
P.2	Pouvoir de coupure de service en court-circuit assigné.....	176
P.2.1	Généralités	176
P.2.2	Essai du pouvoir de coupure de service en court-circuit assigné.....	176
P.2.3	Vérification de l'aptitude au fonctionnement en service	176
P.2.4	Vérification de la rigidité diélectrique	176
P.2.5	Vérification de l'échauffement.....	177
P.2.6	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	177
P.3	Pouvoir de coupure ultime en court-circuit assigné	177
P.3.1	Généralités	177
P.3.2	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	177
P.3.3	Essai du pouvoir de coupure ultime en court-circuit assigné	178
P.3.4	Vérification de la rigidité diélectrique	178
P.3.5	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	178
P.4	Essai de l'ACPM pour les schémas de mise à la terre de type IT	178
P.4.1	Généralités	178
P.4.2	Court-circuit du pôle individuel.....	179
P.4.3	Vérification de la rigidité diélectrique	179
P.4.4	Vérification des déclencheurs de surcharge.....	179
P.4.5	Marquage	179
Annexe Q (normative)	Coordination dans les conditions de court-circuit entre un ACPM et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit	181
Q.1	Application	181
Q.2	Objet.....	182
Q.3	Exigences générales relatives à la coordination d'un ACPM avec un autre DPCC	182
Q.3.1	Généralités	182
Q.3.2	Comportement de C_1 en association avec un autre DPCC.....	182
Q.4	Type et caractéristiques du DPCC associé.....	183
Q.5	Vérification de la sélectivité	183
Q.5.1	Généralités	183
Q.5.2	Prise en compte de la sélectivité par étude théorique	183
Q.5.3	Sélectivité déterminée par essai	185
Bibliographie.....		189

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	59
Figure 2 – Essai de mémoire thermique	60
Figure 3 – Exemples de caractéristiques de coordination d'un démarreur	73
Figure 4 – Mesurage de chute de tension au point de contact de la borne de contact	79
Figure 5 – Exemple de mesurage d'impédance de pôles pour un contacteur tripolaire	85
Figure A.1 – Circuit principal.....	107
Figure A.2 – Relais de surcharge	108
Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant	117
Figure C.1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 3.4.4.1)	118
Figure C.2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 3.4.4.2).....	119
Figure C.3 – Variantes types de démarreurs protégés, de combinés de démarrage, d'appareils de connexion protégés et de combinés d'appareils de connexion.....	120
Figure C.4 – Exemple de schéma en triphasé d'un démarreur rotorique à résistances à trois étapes de démarrage et à un seul sens de marche (dans le cas dans lequel tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs).....	121
Figure C.5 – Méthodes et schémas types de démarrage, au moyen d'autotransformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif.....	123
Figure C.6 – Exemples de courbes vitesses/temps correspondant aux cas a), b), c), d), e) et f) de 5.3.5.6.1	124
Figure F.1 – Contact miroir	128
Figure L.1 – Processus de conception de sécurité	143
Figure L.2 – Structure type d'un relais thermique de surcharge	147
Figure L.3 – Structure type d'un ACPM	148
Figure M.1 – Courant critique.....	165
Figure N.1 – Protection au moyen de l'impédance de protection	168
Figure N.2 – Instrument de mesure	169
Figure O.1 – Exemple de quantification d'une modification de procédé	172
Figure Q.1 – Coordination à maximum de courant entre un ACPM et un fusible ou protection d'accompagnement par un fusible: caractéristiques de fonctionnement	186
Figure Q.2 – Sélectivité totale entre l'ACPM et les disjoncteurs – Cas 1	187
Figure Q.3 – Sélectivité totale entre l'ACPM et les disjoncteurs – Cas 2	187
Figure Q.4 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement – Cas 1	188
Figure Q.5 – Protection d'accompagnement par un disjoncteur – Caractéristiques de fonctionnement – Cas 2	188
Tableau 1 – Catégories d'emploi.....	40
Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharge.....	43
Tableau 3 – Limites pour les sources d'énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités	53
Tableau 4 – Limites pour les sources d'énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités	54
Tableau 5 – Limites pour la source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant	55

Tableau 6 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge à fonctionnement différé alimentés sur tous leurs pôles	58
Tableau 7 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires à fonctionnement différé alimentés sur deux pôles seulement.....	61
Tableau 8 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile.....	63
Tableau 9 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent	64
Tableau 10 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure correspondant aux catégories d'emploi.....	66
Tableau 11 – 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.....	68
Tableau 12 – Détermination du courant d'emploi pour les catégories d'emploi AC-6a et AC-6b à partir des caractéristiques assignées pour AC-3.....	68
Tableau 13 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions de fermeture et de coupure en fonction de la catégorie d'emploi.....	69
Tableau 14 – Exigences de tenue aux courants de surcharge	71
Tableau 15 – Procédure d'essai pour I_{CD}	73
Tableau 16 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité	75
Tableau 17 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi.....	97
Tableau 18 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi (tableau harmonisé).....	98
Tableau 19 – Essais d'immunité CEM	103
Tableau 20 – Limites de la tension perturbatrice aux bornes pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques (pour les accès principaux).....	106
Tableau 21 – Limites d'essai d'émission rayonnée	106
Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi.....	112
Tableau B.2 – Conditions d'essai	115
Tableau F.1 – Tension d'essai selon l'altitude	129
Tableau G.1 – Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi des moteurs	131
Tableau K.1 – Mode de défaillance des contacteurs	138
Tableau K.2 – Rapports types de défaillance pour les contacteurs normalement ouverts	139
Tableau L.1 – Sévérité.....	148
Tableau L.2 – Occurrence.....	149
Tableau L.3 – Niveaux de détection	149
Tableau L.4 – Conclusion	150
Tableau L.5 – Exemple d'analyse des modes de défaillance et de leurs effets pour relais thermique de surcharge.....	151
Tableau M.1 – Niveaux de tension de choc assignée des contacteurs PV	159
Tableau M.2 – Catégories d'emploi	159
Tableau M.3 – Conditions de température de l'air ambiant.....	161
Tableau M.4 – Vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure – Conditions de fermeture et de coupure correspondant à la catégorie d'emploi DC-PV.....	162
Tableau M.5 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions de fermeture et de coupure correspondant à la catégorie DC-PV.....	162

Tableau M.6 – Description générale des séquences d’essais	163
Tableau M.7 – Nombre de cycles de manœuvres correspondant au courant critique de charge	165
Tableau M.8 – Performances du courant critique de charge	166
Tableau O.1 – Liste des indicateurs de surveillance en courant alternatif.....	171
Tableau O.2 – Différentes possibilités admises pour vérifier les indicateurs	173
Tableau O.3 – Référence pour les conditions de vérification	174
Tableau O.4 – Niveaux d'harmoniques.....	174

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'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 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.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2009, ainsi que son Amendement 1:2012. Cette édition constitue une révision technique.

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

- Structure du domaine d'application et exclusions
- Corrections rédactionnelles des notes et des alinéas suspendus

- Référence à l'IEC 62683-1
- Appareil de connexion de protection des moteurs (ACPM) accompagné de ses exigences
- Aspects relatifs à la sécurité:
 - Aspects généraux;
 - Circuits limités en énergie;
 - Circuits électroniques;
 - Procédure d'évaluation de la protection électromécanique contre les surcharges utilisée dans des applications de sécurité (nouvelle Annexe L)
- Introduction des dispositions relatives à l'impact du courant rotor bloqué plus élevé afin d'atteindre une classe de rendement supérieure
- Mention des accessoires de câblage dédiés
- Mesurage de la puissance d'appel
- Alignement avec l'IEC 60947-1:2007, l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, et l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014
- Exigences en matière de courant continu pour couvrir les applications photovoltaïques (nouvelle Annexe M)
- Indicateurs de surveillance de charge (nouvelle Annexe O)
- Essais de coupure en court-circuit de l'ACPM (nouvelle Annexe P)
- Coordination dans les conditions de court-circuit entre un ACPM et un autre dispositif de protection contre les courts-circuits associés dans le même circuit (nouvelle Annexe Q)

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

FDIS	Rapport de vote
121A/XX/FDIS	121A/XX/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.

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

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

Le présent document doit être lu conjointement avec l'IEC 60947-1:2007, l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010, l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*. Les dispositions des règles générales sont applicables au présent document, lorsque cela est spécifiquement mentionné.

Les dispositions des règles générales présentées dans l'IEC 60947-1 sont applicables à la présente partie de la série IEC 60947, lorsque cela est spécifiquement mentionné. Les articles et paragraphes, les tableaux, les figures et les annexes des règles générales qui sont donc applicables sont identifiés en référence à l'IEC 60947-1:2007, à l'IEC 60947-1:2007/AMD1:2010 et à l'IEC 60947-1:2007/AMD2:2014. Par exemple, 4.3.4.1 de l'IEC 60947-1:2007, Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2007 ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2007.

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. 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.

INTRODUCTION

Ce document introduit les exigences relatives aux appareils de connexion de protection des moteurs (ACPM).

Les ACPM sont disponibles sur le marché depuis de nombreuses années. Ils sont présentés dans ce document pour couvrir les exigences minimales de sécurité et de performances d'un démarreur moteur à main comportant une protection intégrale, électromécanique ou électronique, contre les courts-circuits. Cet appareil satisfait à toutes les exigences d'un démarreur et aux exigences spécifiques d'un disjoncteur conformément à l'IEC 60947-2 (plus particulièrement I_{cu} et I_{cs}) pour la protection du moteur et de ses circuits avec des appareils de commande (un contacteur, par exemple). Un ACPM n'a pas vocation à prendre en charge les exigences en matière de pôle neutre, de courants continus assignés, de courant assigné ininterrompu I_u , de protection de secours, de retard de déclenchement de court-circuit, de catégorie de sélectivité, de capacité débrochable, de dispositif à courant différentiel résiduel, de disjoncteur à réenclenchement et de CEM de l'IEC 60947-2, etc.

Les disjoncteurs conformes à l'Annexe O de l'IEC 60947-2:2016 présentant des caractéristiques de protection du moteur contre les surcharges selon le présent document, mais sans caractéristiques assignées de démarreur (AC-3, par exemple), sont également disponibles sur le marché. Ces appareils ne sont pas couverts par le présent document.

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);
- organes de commande de contacteurs auxiliaires;
- contacts destinés exclusivement au circuit de la bobine de ce contacteur ou ce 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 couvre également la procédure d'évaluation de la protection électromécanique contre les surcharges utilisée dans des applications de sécurité, telle que la protection d'un moteur situé dans une atmosphère explosive provenant de l'atmosphère extérieure. Voir l'Annexe L.

Le présent document ne s'applique pas:

- aux démarreurs de moteurs en courant continu¹;

NOTE 1 Des exigences relatives aux démarreurs moteurs en courant continu sont à l'étude pour le prochain cycle de maintenance.

- aux contacts auxiliaires des contacteurs et aux contacts des contacteurs auxiliaires. Ils sont couverts par l'IEC 60947-5-1;
- aux démarreurs utilisés en aval d'un entraînement à fréquence variable¹;

NOTE 2 Des exigences supplémentaires relatives aux démarreurs utilisés en aval d'un entraînement à fréquence variable sont à l'étude pour le prochain cycle de maintenance.

- aux dispositifs de protection contre les courts-circuits intégrés dans les démarreurs autres que des ACPM. Ils sont couverts par l'IEC 60947-2 et l'IEC 60947-3;
- à l'utilisation du produit avec des dispositifs supplémentaires en atmosphères explosives. Elle est spécifiée par la série IEC 60079;
- aux règles de conception de logiciels intégrés¹;
- aux aspects liés à la cybersécurité. Ils sont couverts par la série IEC 62443.

Le présent document a pour objet de fixer:

- a) les caractéristiques du matériel;
- b) les conditions applicables au matériel relativement:
 - 1) à son fonctionnement et son comportement,

¹ À ce sujet, le fabricant est chargé de prendre des mesures de sécurité supplémentaires.

- 2) à ses propriétés diélectriques,
 - 3) à son degré de protection,
 - 4) à sa construction, y compris les mesures de sécurité contre les chocs électriques, les dangers d'incendie et les dangers mécaniques;
- c) les essais destinés à vérifier si ces conditions sont réalisées, ainsi que les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les renseignements à fournir avec les matériels ou dans la documentation du fabricant.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60034-1:2017, *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, *Machines électriques tournantes – Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)*

IEC 60038, *Tensions normales de la CEI*

IEC 60068-2-14:2009, *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 – Evaluation et désignation thermiques*

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

IEC 60364-7-712, *Installations électriques à basse tension – Partie 7-712: Exigences applicables aux installations ou emplacements spéciaux – Installations d'énergie solaire photovoltaïque (PV)*

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 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

IEC 60947-1:2007/AMD1:2010

IEC 60947-1:2007/AMD2:2014

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 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Norme d'immunité pour les environnements industriels*

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

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

CISPR 11:2015, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

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*