

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

PRICE CODE
CODE PRIX

XF

CONTENTS

FOREWORD.....	6
1 Scope and object.....	8
1.1 Scope.....	8
1.1.1 AC and DC contactors	8
1.1.2 AC motor-starters	8
1.2 Exclusions.....	10
1.3 Object	10
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....	12
3.1 General.....	12
3.2 Alphabetical index of terms	12
3.3 Terms and definitions concerning contactors.....	13
3.4 Terms and definitions concerning starters	15
3.5 Terms and definitions concerning characteristic quantities	19
3.6 Symbols and abbreviations.....	19
4 Classification.....	20
5 Characteristics of contactors and starters.....	20
5.1 Summary of characteristics	20
5.2 Type of equipment.....	20
5.2.1 Kind of equipment.....	20
5.2.2 Number of poles	20
5.2.3 Kind of current (a.c. or d.c.).....	20
5.2.4 Interrupting medium (air, oil, gas, vacuum, etc.)	20
5.2.5 Operating conditions of the equipment.....	20
5.3 Rated and limiting values for main circuits.....	21
5.3.1 Rated voltages	21
5.3.2 Currents or powers	22
5.3.3 Rated frequency	24
5.3.4 Rated duties	24
5.3.5 Normal load and overload characteristics	25
5.3.6 Rated conditional short-circuit current	27
5.4 Utilization category.....	27
5.4.1 General	27
5.4.2 Assignment of utilization categories based on the results of tests	27
5.5 Control circuits	29
5.6 Auxiliary circuits	30
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays).....	30
5.7.1 Summary of characteristics.....	30
5.7.2 Types of relay or release	30
5.7.3 Characteristic values	30
5.7.4 Designation and current settings of overload relays.....	32
5.7.5 Time-current characteristics of overload relays.....	32
5.7.6 Influence of ambient air temperature	33
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices	33
5.9 Void	33

5.10	Types and characteristics of automatic change-over devices and automatic acceleration control devices	33
5.10.1	Types	33
5.10.2	Characteristics	33
5.11	Types and characteristics of auto-transformers for two-step auto-transformer starters.....	34
5.12	Types and characteristics of starting resistors for rheostatic rotor starters.....	34
6	Product information	34
6.1	Nature of information.....	34
6.1.1	Identification.....	34
6.1.2	Characteristics, basic rated values and utilization.....	35
6.2	Marking.....	36
6.3	Instructions for installation, operation and maintenance	36
7	Normal service, mounting and transport conditions.....	37
8	Constructional and performance requirements.....	37
8.1	Constructional requirements.....	37
8.1.1	General	37
8.1.2	Materials	37
8.1.3	Current-carrying parts and their connections	37
8.1.4	Clearances and creepage distances	37
8.1.5	Actuator.....	37
8.1.6	Indication of the contact position	38
8.1.7	Additional requirements for equipment suitable for isolation	38
8.1.8	Terminals	38
8.1.9	Additional requirements for equipment provided with a neutral pole.....	38
8.1.10	Provisions for protective earthing	38
8.1.11	Enclosures for equipment.....	38
8.1.12	Degrees of protection of enclosed equipment	38
8.1.13	Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits	39
8.2	Performance requirements	39
8.2.1	Operating conditions.....	39
8.2.2	Temperature rise	44
8.2.3	Dielectric properties.....	46
8.2.4	Normal load and overload performance requirements	46
8.2.5	Co-ordination with short-circuit protective devices	51
8.2.6	Void.....	52
8.2.7	Additional requirements for combination starters and combination switching devices suitable for isolation	52
8.3	Electromagnetic compatibility (EMC)	52
8.3.1	General	52
8.3.2	Immunity	52
8.3.3	Emission	53
9	Tests.....	53
9.1	Kinds of test.....	53
9.1.1	General	53
9.1.2	Type tests	54
9.1.3	Routine tests	54
9.1.4	Sampling tests.....	54
9.1.5	Special tests.....	55

9.2	Compliance with constructional requirements	55
9.3	Compliance with performance requirements	55
9.3.1	Test sequences	55
9.3.2	General test conditions	56
9.3.3	Performance under no load, normal load and overload conditions	56
9.3.4	Performance under short-circuit conditions	64
9.3.5	Overload current withstand capability of contactors	69
9.3.6	Routine tests and sampling tests	69
9.4	EMC tests	70
9.4.1	General	70
9.4.2	Immunity	70
9.4.3	Emission	71
Annex A	(normative) Marking and identification of terminals of contactors and associated overload relays.....	81
Annex B	(normative) Special tests	85
Annex C	Void.....	93
Annex D	(informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	94
Annex E	(informative) Examples of control circuit configurations.....	95
Annex F	(normative) Requirements for auxiliary contact linked with power contact (mirror contact)	98
Annex G	(informative) Rated operational currents and rated operational powers of switching devices for electrical motors	101
Annex H	(normative) Extended functions within electronic overload relays.....	105
Annex I	(informative) AC1 contactors for use with semiconductor controlled motor loads	111
Annex J	Void	112
Annex K	(normative) Procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications.....	113
Bibliography	122
Figure 1	– Typical curves of currents and torques during a star-delta start (see 1.1.2.2.1).....	73
Figure 2	– Typical curves of currents and torques during an auto-transformer start (see 1.1.2.2.2)	74
Figure 3	– Typical variants of protected starters, combination starters, protected switching devices and combination switching devices	75
Figure 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)	76
Figure 5	– Typical methods and diagrams of starting alternating-current induction motors by means of auto-transformers	77
Figure 6	– Examples of speed/time curves corresponding to cases a), b), c), d), e) and f) of 5.3.5.5 (the dotted parts of the curves correspond to the periods when no current flows through the motor)	78
Figure 7	– Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays (see 8.2.1.5.1)	79
Figure 8	– Thermal memory test	80
Figure B.1	– Examples of time-current withstand characteristic.....	92

Figure F.1 – Mirror contact.....	99
Figure H.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a ground/earth fault relay.....	110
Figure K.1 – Plot of Weibull median rank regression.....	121
Table 1 – Utilization categories.....	29
Table 2 – Trip classes of overload relays.....	32
Table 3 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles.....	42
Table 4 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only.....	43
Table 5 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil.....	44
Table 6 – Intermittent duty test cycle data.....	45
Table 7 – Making and breaking capacities – Making and breaking conditions according to utilization category.....	47
Table 8 – Relationship between current broken I_C and off-time for the verification of rated making and breaking capacities.....	48
Table 9 – Operational current determination for utilization categories AC-6a and AC-6b when derived from AC-3 ratings.....	49
Table 10 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization category.....	50
Table 11 – Overload current withstand requirements.....	51
Table 12 – Specific acceptance criteria for immunity tests.....	53
Table 13 – Value of the prospective test current according to the rated operational current.....	66
Table 14 – EMC immunity tests.....	70
Table 15 – Conducted radio-frequency emission test limits.....	72
Table 16 – Radiated emission test limits.....	72
Table B.1 – Verification of the number of on-load operating cycles – Conditions for making and breaking corresponding to the several utilization categories.....	88
Table B.2 – Test conditions.....	91
Table F.1 – Test voltage according to altitude.....	99
Table G.1 – Rated operational powers and rated operational currents of motors.....	102
Table H.1 – Operating time of ground/earth fault relays.....	107
Table K.1 – Failure mode of contactors.....	115
Table K.2 – Typical failure ratios for normally open contactors.....	119
Table K.3 – Example of 15 sorted ascending times to failure of contactors.....	120

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This third edition replaces the second edition published in 2000 and its Amendments 1 (2002) and 2 (2005). It is a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition (2000) and its Amendments 1 (2002) and 2 (2005):

- deletion of the test at -5 °C and $+20\text{ °C}$ for thermal overload relays that are not compensated for ambient air temperature;
- addition of conditions of the tests according to Annex Q of IEC 60947-1;
- EMC tests: clarification of acceptance criteria and alignment with IEC 60947-1 for fast transient severity level;
- Annex B, test for Icd: modification of the duration of the dielectric test voltage from 5 s to 60 s;

- Annex B, electrical durability: improvement of the statistical aspects;
- Annex H: clarification and introduction of new extended functions within electronic overload relays;
- Annex K, procedure to determine data for electromechanical contactors used in functional safety applications: creation of this new annex.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
17B/1674/FDIS	17B/1677/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication 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 publication using a colour printer.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

1 Scope and object

1.1 Scope

This part of IEC 60947 applies to the types of equipment listed in 1.1.1 and 1.1.2 whose main contacts are intended to be connected to circuits the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c. or 1 500 V d.c.

Starters and/or contactors dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 9.3.4) forms part of the installation but not necessarily of the contactor or the starter.

In this context, this standard gives requirements for:

- contactors associated with overload and/or short-circuit protective devices;
- starters associated with separate short-circuit protective devices and/or with separate short-circuit and integrated overload protective devices;
- contactors or starters combined, under specified conditions, with their own short-circuit protective devices. Such combinations, e.g. combination starters or protected starters are rated as units.

For circuit-breakers and fuse-combination units used as short-circuit protective devices in combination starters and in protected starters, the requirements of IEC 60947-2 and IEC 60947-3 respectively apply.

Equipment covered by this standard is as follows.

1.1.1 AC and DC contactors

AC and DC contactors intended for closing and opening electric circuits and, if combined with suitable relays (see 1.1.2), for protecting these circuits against operating overloads which may occur therein.

NOTE For contactors combined with suitable relays and which are intended to provide short-circuit protection, the relevant conditions specified for circuit-breakers (IEC 60947-2) additionally apply.

This standard applies also to the actuators of contactor relays and to the contacts dedicated exclusively to the coil circuit of a contactor.

Contactors or starters with an electronically controlled electromagnet are also covered by this standard.

1.1.2 AC motor-starters

AC motor-starters intended to start and accelerate motors to normal speed, to ensure continuous operation of motors, to switch off the supply from the motor and to provide means for the protection of motors and associated circuits against operating overloads.

For overload relays for starters, including those based on electronic technology with or without extended functions according to Annex H, the requirements of this standard apply.

1.1.2.1 Direct-on-line (full voltage) a.c. starters

Direct-on-line starters intended to start and accelerate a motor to normal speed, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

This standard applies also to reversing starters.

1.1.2.2 Reduced voltage a.c. starters

Reduced voltage a.c. starters intended to start and accelerate a motor to normal speed by connecting the line voltage across the motor terminals in more than one step or by gradually increasing the voltage applied to the terminals, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

Automatic change-over devices may be used to control the successive switching operations from one step to the others. Such automatic change-over devices are, for example, time-delay contactor relays or specified time all-or-nothing relays, under-current devices and automatic acceleration control devices (see 5.10).

1.1.2.2.1 Star-delta starters

Star-delta starters intended to start a three-phase motor in the star connection, to ensure continuous operation in the delta connection, to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

The star-delta starters dealt with in this standard are not intended for reversing motors rapidly and, therefore, utilization category AC-4 does not apply.

NOTE In the star connection, the current in the line and the torque of the motor are about one-third of the corresponding values for delta connection. Therefore, star-delta starters are used when the inrush current due to the starting is to be limited, or when the driven machine requires a limited torque for starting. Figure 1 indicates typical curves of starting current, of starting torque of the motor and of torque of the driven machine.

1.1.2.2.2 Two-step auto-transformer starters

Two-step auto-transformer starters, intended to start and accelerate an a.c. induction motor from rest with reduced torque to normal speed and to provide means for the protection of the motor and its associated circuits against operating overloads, and to switch off the supply from the motor.

This standard applies to auto-transformers which are part of the starter or which constitute a unit specially designed to be associated with the starter.

Auto-transformer starters with more than two steps are not covered by this standard.

The auto-transformer starters dealt with in this standard are not intended for inching duty or reversing motors rapidly and, therefore, utilization category AC-4 does not apply.

NOTE In the starting position, the current in the line and the torque of the motor related to the motor starting with rated voltage are reduced approximately as the square of the ratio (starting voltage):(rated voltage). Therefore, auto-transformer starters are used when the inrush current due to the starting is to be limited or when the driven machine requires a limited torque for starting. Figure 2 indicates typical curves of starting current, of starting torque of the motor and of torque of the driven machine.

1.1.2.3 Rheostatic rotor starters

Starters intended to start an a.c. induction motor having a wound rotor by cutting out resistors previously inserted in the rotor circuit, to provide means for the protection of the motor against operating overloads and to switch off the supply from the motor.

In the case of asynchronous slip-ring motors (wound-rotors), the highest voltage between open slip-rings is not greater than twice the rated insulation voltage of the switching devices inserted in the rotor circuit (see 5.3.1.1.2).

NOTE This requirement is based on the fact that the electric stresses are less severe in the rotor than in the stator and are of short duration.

This standard applies also to starters for two directions of rotation when reversal of connections is made with the motor stopped (see 5.3.5.5). Operations including inching and plugging necessitate additional requirements and are subject to agreement between manufacturer and user.

This standard applies to resistors which are part of the starter or constitute a unit specially designed to be associated with the starter.

1.2 Exclusions

This standard does not apply to:

- d.c. starters;
- star-delta starters, rheostatic rotor starters, two-step auto-transformer starters intended for special applications and designed for continuous operation in the starting position;
- unbalanced rheostatic rotor starters, i.e. where the resistances do not have the same value in all phases;
- equipment designed not only for starting, but also for adjustment of speed;
- liquid starters and those of the "liquid-vapour" type;
- semiconductor contactors and starters making use of semiconductor contactors in the main circuit;
- rheostatic stator starters;
- contactors or starters designed for special applications;
- auxiliary contacts of contactors and contacts of contactor relays. These are dealt with in IEC 60947-5-1.

1.3 Object

The object of this standard is to state:

- a) the characteristics of contactors and starters and associated equipment;
- b) the conditions applicable to contactors and starters with reference to:
 - 1) their operation and behaviour,
 - 2) their dielectric properties,
 - 3) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable,
 - 4) their construction;
- 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 referenced documents are indispensable for the application 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 60034-1:2004, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

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

IEC 60300-3-5:2001, *Dependability management – Part 3-5: Application guide – Reliability test conditions and statistical test principles*

IEC 60410:1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

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

IEC 60947-2:2006, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*

IEC 60947-3:2008, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 3: Switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units*

IEC 60947-5-1:2003, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

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

IEC 61000-4-3:2006, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques – Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*
Amendment 1 (2007)

IEC 61000-4-4:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-4: Testing and measurement techniques – Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:2008, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61439-1:2009, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: General rules*

IEC 61508 (all parts), *Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems*

IEC 61511 (all parts), *Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector*

IEC 61513:2001, *Nuclear power plants – Instrumentation and control for systems important to safety – General requirements for systems*

IEC 61649:2008, *Weibull analysis*

IEC 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements*
(available in English only)

IEC 62061:2005, *Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems*

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

Amendment 1 (2004)

Amendment 2 (2006)

ISO 13849-1:2006, *Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	128
1 Domaine d'application et objet.....	130
1.1 Domaine d'application.....	130
1.1.1 Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu.....	130
1.1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif.....	130
1.2 Exclusions.....	132
1.3 Objet.....	132
2 Références normatives.....	133
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	134
3.1 Généralités.....	134
3.2 Index alphabétique des termes.....	134
3.3 Termes et définitions relatifs aux contacteurs.....	136
3.4 Termes et définitions relatives aux démarreurs.....	137
3.5 Termes et définitions concernant les grandeurs caractéristiques.....	141
3.6 Symboles et abréviations.....	141
4 Classification.....	142
5 Caractéristiques des contacteurs et des démarreurs.....	142
5.1 Énumération des caractéristiques.....	142
5.2 Type du matériel.....	143
5.2.1 Nature du matériel.....	143
5.2.2 Nombre de pôles.....	143
5.2.3 Nature du courant (alternatif ou continu).....	143
5.2.4 Milieu de coupure (air, huile, gaz, vide, etc.).....	143
5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel.....	143
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux.....	143
5.3.1 Tensions assignées.....	144
5.3.2 Courants ou puissances.....	145
5.3.3 Fréquence assignée.....	147
5.3.4 Services assignés.....	147
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge.....	148
5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel.....	150
5.4 Catégorie d'emploi.....	150
5.4.1 Généralités.....	150
5.4.2 Attribution des catégories d'emploi suivant les résultats d'essais.....	151
5.5 Circuits de commande.....	153
5.6 Circuits auxiliaires.....	153
5.7 Caractéristiques des relais et des déclencheurs (relais de surcharge).....	153
5.7.1 Énumération des caractéristiques.....	153
5.7.2 Types du relais ou du déclencheur.....	154
5.7.3 Valeurs caractéristiques.....	154
5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge.....	155
5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge.....	156
5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant.....	156
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits.....	156
5.9 Vacant.....	156

5.10	Types et caractéristiques des dispositifs de commande automatique de commutation et des dispositifs de commande automatique d'accélération	156
5.10.1	Types	156
5.10.2	Caractéristiques	156
5.11	Types et caractéristiques des autotransformateurs des démarreurs par autotransformateur à deux étapes	157
5.12	Types et caractéristiques des résistances de démarrage des démarreurs rotoriques à résistances	157
6	Informations sur le matériel	158
6.1	Nature des informations	158
6.1.1	Identification.....	158
6.1.2	Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation	158
6.2	Marquage.....	159
6.3	Instructions de montage, de fonctionnement et d'entretien	160
7	Conditions normales de service, de montage et de transport	160
8	Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	160
8.1	Exigences relatives à la construction.....	160
8.1.1	Généralités.....	160
8.1.2	Matériaux	160
8.1.3	Parties transportant le courant et leurs connexions.....	160
8.1.4	Distances d'isolement et lignes de fuite	161
8.1.5	Organe de commande	161
8.1.6	Indication de la position des contacts	161
8.1.7	Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement	161
8.1.8	Bornes.....	161
8.1.9	Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre	161
8.1.10	Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection	161
8.1.11	Enveloppes pour le matériel	162
8.1.12	Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....	162
8.1.13	Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques.....	162
8.2	Dispositions relatives au fonctionnement.....	162
8.2.1	Conditions de fonctionnement.....	162
8.2.2	Echauffement	168
8.2.3	Propriétés diélectriques	170
8.2.4	Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge.....	170
8.2.5	Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits.....	175
8.2.6	Vacant.....	176
8.2.7	Exigences supplémentaires pour les combinés de démarrage et les démarreurs protégés aptes au sectionnement	176
8.3	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	176
8.3.1	Généralités.....	176
8.3.2	Immunité	176
8.3.3	Émission	177
9	Essais	178
9.1	Nature des essais	178
9.1.1	Généralités.....	178
9.1.2	Essais de type.....	178

9.1.3	Essais individuels	178
9.1.4	Essais sur prélèvement	178
9.1.5	Essais spéciaux.....	179
9.2	Conformité aux dispositions relatives à la construction.....	180
9.3	Conformité aux dispositions relatives au fonctionnement.....	180
9.3.1	Séquences d'essais.....	180
9.3.2	Conditions générales d'essai	180
9.3.3	Fonctionnement à vide et dans les conditions normales de charge et de surcharge	181
9.3.4	Fonctionnement en condition de court-circuit.....	189
9.3.5	Aptitude des contacteurs à supporter les courants de surcharge	194
9.3.6	Essais individuels et essais sur prélèvement	194
9.4	Essais CEM.....	195
9.4.1	Généralités.....	195
9.4.2	Immunité	195
9.4.3	Émission	197
Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes des contacteurs et des relais de surcharge associés.....		207
Annexe B (normative) Essais spéciaux		211
Annexe C Vacant.....		220
Annexe D (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur		221
Annexe E (informative) Exemples de configuration de circuits de commande.....		222
Annexe F (normative) Exigences pour un contact auxiliaire lié à un contact de puissance (contact miroir).....		225
Annexe G (informative) Courants assignés d'emploi et puissances assignées d'emploi des appareils de connexion pour moteurs électriques		228
Annexe H (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge.....		232
Annexe I (informative) Contacteurs AC1 pour utilisation avec des moteurs commandés par des appareils à semiconducteurs		238
Annexe J Vacant.....		239
Annexe K (normative) Procédure pour déterminer les données des contacteurs électromécaniques utilisés pour les applications de sécurité fonctionnelle		240
Bibliographie.....		250
Figure 1 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage étoile-triangle (voir 1.1.2.2.1).....		199
Figure 2 – Courbes types de courants et de couples au cours d'un démarrage par autotransformateur (voir 1.1.2.2.2).....		200
Figure 3 – Variantes types de démarreurs protégés, de combinés de démarrage, d'appareils de connexion protégés et de combinés d'appareils de connexion.....		201
Figure 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 où tous les appareils mécaniques de connexion sont des contacteurs)		202
Figure 5 – Méthodes et schémas-types de démarrage, au moyen d'autotransformateurs, de moteurs à induction à courant alternatif.....		203
Figure 6 – Exemples de courbes vitesses/temps correspondant aux cas a), b), c), d), e) et f) de 5.3.5.5 (les courbes en pointillé correspondent aux périodes où aucun courant ne circule dans le moteur)		204

Figure 7 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge temporisés compensés pour la température de l'air ambiant (voir 8.2.1.5.1).....	205
Figure 8 – Essai de mémoire thermique.....	206
Figure B.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant.....	219
Figure F.1 – Contact miroir.....	226
Figure H.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais de défaut à la terre.....	237
Figure K.1 – Tracé de la régression de rang médian de Weibull.....	249
Tableau 1 – Catégories d'emploi.....	152
Tableau 2 – Classes de déclenchement des relais de surcharge.....	155
Tableau 3 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles.....	166
Tableau 4 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles seulement.....	167
Tableau 5 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile.....	169
Tableau 6 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent.....	170
Tableau 7 – Pouvoirs de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi.....	171
Tableau 8 – Relation entre le courant coupé I_C et la durée de repos pour la vérification des pouvoirs assignés de fermeture et de coupure.....	172
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.....	173
Tableau 10 – Fonctionnement conventionnel en service – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux catégories d'emploi.....	174
Tableau 11 – Exigences de tenue aux courants de surcharge.....	175
Tableau 12 – Critères d'acceptation spécifiques pour les essais d'immunité.....	177
Tableau 13 – Valeur du courant d'essai présumé en fonction du courant assigné d'emploi.....	192
Tableau 14 – Essais CEM d'immunité.....	196
Tableau 15 – Limites d'essai d'émission conduite à fréquence radio.....	198
Tableau 16 – Limites d'essai d'émission rayonnée.....	198
Tableau B.1 – Vérification du nombre de cycles de manœuvres en charge – Conditions d'établissement et de coupure correspondant aux diverses catégories d'emploi.....	215
Tableau B.2 – Conditions d'essai.....	218
Tableau F.1 – Tensions d'essai selon l'altitude.....	227
Tableau G.1 – Puissances assignées d'emploi et courants assignés d'emploi des moteurs.....	229
Tableau H.1 – Temps de fonctionnement des relais de défaut à la terre.....	234
Tableau K.1 – Mode de défaillance des contacteurs.....	243
Tableau K.2 – Rapports de défaillance types pour les contacteurs normalement ouverts.....	247
Tableau K.3 – Exemple de 15 durées de fonctionnement avant défaillance de contacteurs classées par ordre ascendant.....	247

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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – 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 la CEI"). 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60947-4-1 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2000 et ses Amendements 1 (2002) et 2 (2005). Elle constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente (2000) et ses Amendements 1 (2002) et 2 (2005):

- suppression de l'essai à -5 °C et $+20\text{ °C}$ pour les relais de surcharge thermiques qui ne sont pas compensés pour la température de l'air ambiant;
- ajout de conditions d'essai conformes à l'Annexe Q de la CEI 60947-1;
- essais CEM: clarification des critères d'acceptation et alignement sur la CEI 60947-1 pour le niveau de sécurité pour les transitoires rapides;

- Annexe B, essai pour Icd: modification de la durée de la tension de l'essai diélectrique de 5 s à 60 s;
- Annexe B: amélioration des aspects statistiques de la durabilité électrique;
- Annexe H: clarification et introduction de nouvelles fonctions étendues dans les relais électroniques de surcharge;
- Annexe K, procédure pour déterminer les données des contacteurs électromécaniques utilisés pour les applications de sécurité fonctionnelle: création de cette nouvelle annexe.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/1674/FDIS	17B/1677/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.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

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

La présente norme doit être lue conjointement avec la CEI 60947-1, *Appareillage à basse tension – Partie 1 : Règles générales*. Les dispositions des règles générales sont applicables à la présente norme, lorsque cela est spécifiquement mentionné.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous « <http://webstore.iec.ch> » dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

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 et objet

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60947 est applicable aux types de matériels indiqués en 1.1.1 et 1.1.2 dont les contacts principaux sont destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

Les démarreurs et/ou contacteurs traités dans la présente norme ne sont pas normalement conçus pour interrompre les courants de court-circuit. En conséquence, une protection appropriée contre les courts-circuits (voir 9.3.4) fait partie de l'installation, mais pas nécessairement du contacteur ou du démarreur.

Dans ce contexte, la présente norme donne les exigences pour:

- les contacteurs associés à des dispositifs de protection contre les surcharges et/ou contre les courts-circuits;
- les démarreurs associés à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et/ou à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits et des dispositifs intégrés de protection contre les surcharges;
- les contacteurs ou les démarreurs combinés, dans des conditions spécifiées, avec leurs propres dispositifs de protection contre les courts-circuits. Les caractéristiques de ces combinaisons, par exemple combinés de démarrage ou démarreurs protégés sont assignées comme pour un appareil.

Pour les disjoncteurs et les combinés-fusibles utilisés comme dispositifs de protection contre les courts-circuits dans les combinés de démarrage et dans les démarreurs protégés, les exigences de la CEI 60947-2 et de la CEI 60947-3, suivant le cas, s'appliquent.

Les matériels visés par la présente norme sont les suivants.

1.1.1 Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu

Contacteurs pour courant alternatif et pour courant continu destinés à fermer et à ouvrir des circuits électriques et, s'ils sont équipés de relais appropriés (voir 1.1.2), à assurer la protection de ces circuits contre les surcharges susceptibles de se produire en exploitation.

NOTE Pour les contacteurs associés à des relais appropriés et destinés à assurer la protection contre les courts-circuits, les conditions correspondantes spécifiées pour les disjoncteurs (CEI 60947-2) s'appliquent également.

La présente norme s'applique également aux organes de commande des contacteurs auxiliaires et aux contacts destinés exclusivement au circuit de la bobine des contacteurs.

Les contacteurs ou les démarreurs comprenant un électro-aimant commandé électroniquement sont également couverts par la présente norme.

1.1.2 Démarreurs de moteurs pour courant alternatif

Démarreurs de moteurs pour courant alternatif destinés à provoquer le démarrage des moteurs et à les amener à leur vitesse normale, à en assurer le fonctionnement continu, à

interrompre leur alimentation et à assurer la protection des moteurs et de leurs circuits associés contre les surcharges de service.

Pour les relais de surcharge pour démarreurs, y compris ceux utilisant les technologies électroniques avec ou sans fonctions étendues conformes à l'Annexe H, les exigences de la présente norme s'appliquent.

1.1.2.1 Démarreurs directs (sous pleine tension) pour courant alternatif

Démarreurs directs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

La présente norme s'applique également aux démarreurs-inverseurs.

1.1.2.2 Démarreurs sous tension réduite pour courant alternatif

Démarreurs sous tension réduite, pour courant alternatif, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur et à l'amener à sa vitesse normale de rotation en reliant les bornes du moteur à la tension du réseau en plus d'une étape ou en augmentant progressivement la tension appliquée aux bornes, et à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Des dispositifs de commutation automatique peuvent être utilisés pour commander les manœuvres successives de passage d'une étape aux suivantes. Ces dispositifs de commutation automatique sont, par exemple, des contacteurs auxiliaires temporisés ou des relais de tout-ou-rien à retard spécifié, des dispositifs à minimum de courant et des dispositifs de commande automatique d'accélération (voir 5.10).

1.1.2.2.1 Démarreurs étoile-triangle

Démarreurs étoile-triangle destinés à provoquer le démarrage, dans la position étoile, d'un moteur triphasé, à assurer un fonctionnement continu en position triangle, ainsi qu'à assurer la protection du moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service, et à séparer le moteur de son alimentation.

Les démarreurs étoile-triangle qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

NOTE Dans la position en étoile, le courant en ligne et le couple du moteur sont égaux environ au tiers des valeurs correspondantes dans la position en triangle. C'est pourquoi on utilise des démarreurs étoile-triangle quand on désire limiter le courant d'appel dû au démarrage ou quand la machine entraînée exige un couple limité pour démarrer. La Figure 1 montre des courbes représentatives du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine commandée.

1.1.2.2.2 Démarreurs par autotransformateur à deux étapes

Démarreurs par autotransformateur à deux étapes, destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction alimenté en courant alternatif, à partir de la position de repos, avec un couple réduit, et à l'amener à sa vitesse normale de rotation, ainsi qu'à assurer la protection de ce moteur et de ses circuits associés contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

La présente norme s'applique aux autotransformateurs qui font partie du démarreur ou qui forment un ensemble spécialement conçu pour être utilisé avec le démarreur.

Les démarreurs par autotransformateur à plus de deux étapes ne sont pas visés par la présente norme.

Les démarreurs par autotransformateur qui font l'objet de la présente norme ne sont pas prévus pour la marche par à-coups ni pour l'inversion rapide du sens de rotation des moteurs et, en conséquence, la catégorie d'emploi AC-4 ne leur est pas applicable.

NOTE En position de démarrage, le courant du circuit et le couple occasionné par le démarrage du moteur à la tension assignée sont réduits à peu près comme le carré du rapport (tension de démarrage): (tension assignée). En conséquence, les démarreurs par autotransformateur sont utilisés lorsque le courant d'appel provoqué par le démarrage est limité ou lorsque la machine commandée demande un couple de démarrage réduit. La Figure 2 montre des courbes représentatives du courant de démarrage, du couple de démarrage du moteur et du couple de la machine commandée.

1.1.2.3 Démarreurs rotoriques à résistances

Démarreurs destinés à provoquer le démarrage d'un moteur à induction à courant alternatif à rotor bobiné, par élimination de résistances préalablement insérées dans le circuit du rotor. Ces démarreurs sont aussi destinés à assurer la protection du moteur contre les surcharges de service et à séparer le moteur de son alimentation.

Dans le cas de moteurs asynchrones à bagues (rotors bobinés), la tension la plus élevée apparaissant entre les bagues en circuit ouvert n'est pas être supérieure au double de la tension assignée d'isolement des appareils de connexion insérés dans le circuit du rotor (voir 5.3.1.1.2).

NOTE Cette exigence est basée sur le fait que les contraintes électriques sont moins sévères dans le rotor que dans le stator et sont de courte durée.

La présente norme s'applique également aux démarreurs à deux sens de rotation lorsque la permutation des connexions s'effectue à l'arrêt (voir 5.3.5.5). Les manœuvres comprenant la marche par à-coups et l'inversion de marche nécessitent des exigences supplémentaires et font l'objet d'un accord entre le fabricant et l'utilisateur.

La présente norme s'applique aux résistances qui font partie du démarreur ou qui forment un ensemble spécialement conçu pour être associé au démarreur.

1.2 Exclusions

La présente norme ne s'applique pas:

- aux démarreurs pour courant continu;
- aux démarreurs étoile-triangle, aux démarreurs rotoriques à résistances, aux démarreurs par autotransformateur à deux étapes prévus pour des applications spéciales et conçus pour un fonctionnement continu en position de démarrage;
- aux démarreurs rotoriques à résistances asymétriques, c'est-à-dire dont les résistances n'ont pas la même valeur dans toutes les phases;
- aux matériels conçus non seulement pour le démarrage mais aussi pour le réglage de la vitesse;
- aux démarreurs à résistances liquides et à ceux du type «liquide-vapeur»;
- aux contacteurs à semi-conducteurs et aux démarreurs utilisant des contacteurs à semi-conducteurs dans leur circuit principal;
- aux démarreurs statoriques à résistances;
- aux contacteurs ou aux démarreurs conçus pour des applications spéciales;
- aux contacts auxiliaires des contacteurs et aux contacts des contacteurs auxiliaires. Ceux-ci sont traités dans la CEI 60947-5-1.

1.3 Objet

La présente norme a pour objet de fixer:

- a) les caractéristiques des contacteurs et des démarreurs ainsi que des matériels associés;

- b) les conditions applicables aux contacteurs et aux démarreurs relativement:
 - 1) à leur fonctionnement et à leur tenue,
 - 2) à leurs qualités diélectriques,
 - 3) aux degrés de protection procurés par leurs enveloppes, le cas échéant,
 - 4) à leur construction;
- 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 de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 60034-1:2004, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60085:2007, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60300-3-5:2001, *Gestion de la sûreté de fonctionnement – Partie 3-5: Guide d'application – Conditions des essais de fiabilité et principes des essais statistiques*

CEI 60410:1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

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

CEI 60947-2:2006, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*

CEI 60947-3:2008, *Appareillage à basse tension – Partie 3: Interrupteurs, sectionneurs, interrupteurs-sectionneurs et combinés-fusibles*

CEI 60947-5-1:2003, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 61000-4-2:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-2: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux décharges électrostatiques*

CEI 61000-4-3:2006, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-3: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*
Amendement 1 (2007)

CEI 61000-4-4:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-4: Techniques d'essai et de mesure – Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 61000-4-5:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:2008, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61439-1:2009, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 61508 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle des systèmes électriques/électroniques/électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CEI 61511 (toutes les parties), *Sécurité fonctionnelle – Systèmes instrumentés de sécurité pour le secteur des industries de transformation*

CEI 61513:2001, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle commande des systèmes importants pour la sûreté – Prescriptions générales pour les systèmes*

CEI 61649:2008, *Analyse de Weibull*

CEI 61810-1:2008, *Electromechanical elementary relays – Part 1: General requirements* (disponible en anglais seulement)

CEI 62061:2005, *Sécurité des machines – Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

Amendement 1 (2004)

Amendement 2, (2006)

ISO 13849-1:2006, *Sécurité des machines – Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité – Partie 1: Principes généraux de conception*