



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Low-voltage switchgear and controlgear –  
Part 4-3: Contactors and motor-starters – AC semiconductor controllers and  
contactors for non-motor loads**

**Appareillage à basse tension –  
Partie 4-3: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et contacteurs à  
semiconducteurs pour charges, autres que des moteurs, à courant alternatif**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XC**  
CODE PRIX

---

ICS 29.130.20, 31.180

ISBN 978-2-8322-1567-8

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

## CONTENTS

|  |    |
|--|----|
| FOREWORD.....  | 6  |
| INTRODUCTION.....  | 8  |
| 1 Scope.....   | 9  |
| 2 Normative references .....   | 10 |
| 3 Terms, definitions, symbols and abbreviations.....   | 10 |
| 3.1 Terms and definitions concerning a.c. semiconductor (non-motor-load) control devices.....  | 11 |
| 3.1.1 AC semiconductor controllers and contactors (solid-state contactors) (see Figure 1)..... | 11 |
| 3.1.2 Hybrid controllers and contactors (see Figure 1).....                                    | 14 |
| 3.2 Vacant .....   | 18 |
| 3.3 Symbols and abbreviations .....  | 18 |
| 4 Classification.....  | 18 |
| 5 Characteristics of a.c. semiconductor controllers and contactors .....                       | 19 |
| 5.1 Summary of characteristics .....   | 19 |
| 5.2 Type of equipment .....  | 19 |
| 5.3 Rated and limiting values for main circuits .....  | 22 |
| 5.3.1 Rated voltages .....   | 22 |
| 5.3.2 Currents .....   | 22 |
| 5.3.3 Rated frequency .....  | 22 |
| 5.3.4 Rated duty .....   | 22 |
| 5.3.5 Normal load and overload characteristics .....   | 23 |
| 5.3.6 Rated conditional short-circuit current.....   | 24 |
| 5.4 Utilization category .....   | 24 |
| 5.4.1 Assignment of ratings based on the results of tests .....                                | 25 |
| 5.5 Control circuits.....  | 26 |
| 5.6 Auxiliary circuits.....  | 26 |
| 5.7 Vacant .....   | 26 |
| 5.8 Coordination with short-circuit protective devices (SCPD).....                             | 26 |
| 6 Product information .....  | 26 |
| 6.1 Nature of information .....  | 26 |
| 6.2 Marking.....   | 28 |
| 6.3 Instructions for installation, operation and maintenance .....                             | 28 |
| 7 Normal service, mounting and transport conditions.....                                       | 28 |
| 7.1 Normal service conditions .....  | 28 |
| 7.1.1 Ambient air temperature .....  | 28 |
| 7.1.2 Altitude .....   | 28 |
| 7.1.3 Atmospheric conditions.....  | 28 |
| 7.1.4 Shock and vibrations .....   | 29 |
| 7.2 Conditions during transport and storage.....   | 29 |
| 7.3 Mounting.....  | 29 |
| 7.4 Electrical system disturbances and influences .....  | 29 |
| 8 Constructional and performance requirements.....   | 29 |
| 8.1 Constructional requirements .....  | 29 |
| 8.1.1 General .....  | 29 |

|                     |  |    |
|---------------------|--|----|
| 8.1.2               | Materials .....  | 29 |
| 8.1.3               | Current-carrying parts and their connections .....                         | 29 |
| 8.1.4               | Clearances and creepage distances .....                                    | 29 |
| 8.1.5               | Actuator.....  | 30 |
| 8.1.6               | Indication of the contact position .....                                   | 30 |
| 8.1.7               | Additional requirements for equipment suitable for isolation.....          | 30 |
| 8.1.8               | Terminals .....  | 30 |
| 8.1.9               | Additional requirements for equipment provided with a neutral pole .....   | 30 |
| 8.1.10              | Provisions for protective earthing.....                                    | 30 |
| 8.1.11              | Enclosures for equipment .....   | 30 |
| 8.1.12              | Degrees of protection of enclosed equipment .....                          | 30 |
| 8.1.13              | Conduit pull-out, torque and bending with metallic conduits .....          | 30 |
| 8.2                 | Performance requirements.....  | 30 |
| 8.2.1               | Operating conditions.....  | 30 |
| 8.2.2               | Temperature rise .....   | 32 |
| 8.2.3               | Dielectric properties.....   | 34 |
| 8.2.4               | Normal load and overload performance requirements .....                    | 35 |
| 8.2.5               | Coordination with short-circuit protective devices .....                   | 42 |
| 8.3                 | EMC requirements .....   | 42 |
| 8.3.1               | General .....  | 42 |
| 8.3.2               | Emission.....  | 43 |
| 8.3.3               | Immunity.....  | 43 |
| 9                   | Tests .....  | 45 |
| 9.1                 | Kinds of tests .....   | 45 |
| 9.1.1               | General .....  | 45 |
| 9.1.2               | Type tests.....  | 45 |
| 9.1.3               | Routine tests .....  | 45 |
| 9.1.4               | Sampling tests.....  | 45 |
| 9.1.5               | Special tests.....   | 46 |
| 9.2                 | Compliance with constructional requirements.....                           | 46 |
| 9.3                 | Compliance with performance requirements .....                             | 46 |
| 9.3.1               | Test sequences .....   | 46 |
| 9.3.2               | General test conditions .....  | 47 |
| 9.3.3               | Performance under no load, normal load and overload conditions .....       | 47 |
| 9.3.4               | Performance under short-circuit conditions .....                           | 54 |
| 9.3.5               | Disponible .....   | 58 |
| 9.4                 | General.....   | 58 |
| 9.4.1               | EMC emission tests .....   | 58 |
| 9.4.2               | EMC immunity tests.....  | 59 |
| 9.5                 | Routine and sampling tests .....   | 61 |
| 9.5.1               | General .....  | 61 |
| 9.5.2               | Operation and operating limits .....                                       | 61 |
| 9.5.3               | Dielectric tests.....  | 61 |
| Annex A (normative) | Marking and identification of terminals .....                              | 62 |
| A.1                 | General.....   | 62 |
| A.2                 | Marking and identification of terminals of controller and contactors ..... | 62 |
| A.2.1               | Marking and identification of terminals of main circuits .....             | 62 |

|                       |  |    |
|-----------------------|--|----|
| A.2.2                 | Marking and identification of terminals of control circuits .....  | 62 |
| A.2.3                 | Marking and identification of auxiliary circuits .....   | 62 |
| Annex B (informative) | Typical service conditions for controllers and contactors .....  | 65 |
| B.1                   | Control of resistive heating elements .....  | 65 |
| B.2                   | Switching of electric discharge lamp controls .....  | 65 |
| B.3                   | Switching of incandescent lamps .....  | 66 |
| B.4                   | Switching of transformers.....   | 66 |
| B.5                   | Switching of capacitor banks.....  | 66 |
| Annex C               | Vacant.....  | 67 |
| Annex D               | Vacant.....  | 68 |
| Annex E               | Vacant.....  | 69 |
| Annex F (informative) | Operating capability.....  | 70 |
| Annex G               | Vacant.....  | 73 |
| Annex H               | Vacant.....  | 74 |
| Annex I (normative)   | Modified test circuit for short-circuit testing of semiconductor<br>contactors and controllers.....  | 75 |
| Annex J (informative) | Flowchart for constructing bypassed semiconductor controllers<br>tests .....   | 77 |
| Bibliography          | .....  | 78 |
| Figure 1              | – Graphical possibilities of controllers .....   | 13 |
| Figure 2              | – Methods of connecting .....  | 21 |
| Figure F.1            | – Thermal stability test profile .....   | 70 |
| Figure F.2            | – Overload capability test profile .....   | 71 |
| Figure F.3            | – Blocking and commutating capability test profile .....   | 72 |
| Figure I.1            | – Modified circuit for short-circuit testing of semiconductor devices.....   | 75 |
| Figure I.2            | – Time line for the short-circuit test of 9.3.4.1.6 .....  | 76 |
| Table 1               | – Functional possibilities of controllers and contactors .....   | 14 |
| Table 2               | – Utilization categories .....   | 25 |
| Table 3               | – Relative levels of severity.....   | 25 |
| Table 4               | – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil.....   | 34 |
| Table 5               | – Intermittent duty test cycle data.....   | 34 |
| Table 6               | – Minimum overload current withstand time ( $T_x$ ) in relation to overload current<br>ratio ( $X$ ) .....   | 36 |
| Table 7               | – Minimum requirements for thermal stability test conditions .....   | 37 |
| Table 8               | – Minimum requirements for overload capability test conditions .....   | 38 |
| Table 9               | – Minimum requirements and conditions for performance testing, including<br>blocking and commutating capability.....   | 39 |
| Table 10              | – Making and breaking capacity test – Making and breaking conditions<br>according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid<br>semiconductor controller and contactor H4, H5 ..... | 40 |
| Table 11              | – Conventional operational performance – Making and breaking conditions<br>according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid<br>controllers and contactors H4B, H5B .....        | 41 |
| Table 12              | – Specific performance criteria when EM disturbances are present .....   | 44 |

This is a preview of "IEC 60947-4-3 Ed. 2...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

|   |    |
|---|----|
| Table 13 – Thermal stability test specifications .....                                    | 51 |
| Table 14 – Initial case temperature requirements.....                                     | 52 |
| Table 15 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radiofrequency emission..... | 59 |
| Table 16 – Radiated emissions test limits .....   | 59 |
| Table A.1 – Main circuit terminal markings.....   | 62 |

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

### LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

#### **Part 4-3: Contactors and motor-starters – AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads**

### 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 60947-4-3 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1999, Amendment 1:2006 and Amendment 2:2011. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Update of the marking requirements (6.1);
- b) Update of the EMC requirements (8.3.2); and
- c) Update of the tests requirements (9.3.1, 9.4, 9.4.1.1, 9.4.1.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.2.4, 9.4.2.6).

This is a preview of "IEC 60947-4-3 Ed. 2...". Click here to purchase the full version from the ANSI store.

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

|             |                  |
|-------------|------------------|
| FDIS        | Report on voting |
| 121A/2/FDIS | 121A/14/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 in the IEC 60947 series, published under the general title *Low-voltage switchgear and controlgear*, can be found 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 provisions of the general rules (IEC 60947-1) are applicable to this standard, where specifically called for. Clauses and subclauses thus applicable, as well as tables, figures, and annexes, are identified by reference to IEC 60947-1, for example 1.2.3 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 (2010), Table 4 of IEC 60947-1:2007, Amendment 1 (2010) or Annex A of IEC 60947-1:2007.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

## INTRODUCTION

This part of IEC 60947 covers low-voltage a.c. semiconductor controllers and contactors (solid-state contactors) intended for the use with non-motor loads. As controllers, they have many capabilities beyond the simple switching on and off of non-motor loads. As contactors, they perform the same functions as mechanical contactors, but utilize one or more semiconductor switching devices in their main poles.

The devices may be single-pole or multi-pole (see 2.3.1 of IEC 60947-1:2007,). This standard refers to complete devices rated as a unit incorporating all necessary heat-sinking material and terminals. It includes devices with all necessary terminals, which are supplied with or without heat-sink in knocked-down form for combination by the users, when the manufacturer gives with the device detailed information about choosing the heat-sink and mounting the device on the heat-sink.

The generic term, "controller", is used in this standard wherever the unique features of the power semiconductor switching elements are the most significant points of interest. The generic term "contactor" is used in this standard wherever the feature of simple switching on and off is the most significant point of interest. Specific designations (for example, form 4, form HxB, etc.) are used wherever the unique features of various configurations comprise significant points of interest.



## LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

### Part 4-3: Contactors and motor-starters – AC semiconductor controllers and contactors for non-motor loads

#### 1 Scope

This part of IEC 60947 applies to a.c. semiconductor non-motor load controllers and contactors intended for performing electrical operations by changing the state of a.c. electric circuits between the ON-state and the OFF-state. Typical applications are classified by utilization categories given in Table 2.

As controllers, they may be used to reduce the amplitude of the r.m.s. a.c. voltage on the load terminals from that of the applied voltage – either continuously or for a specified period of time. The half-wave period of the a.c. wave form remains unchanged from that of the applied voltage.

They may include a series mechanical switching device and are intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c.

This standard characterizes controllers and contactors for use with or without bypass switching devices.

The semiconductor controllers and contactors dealt with in this standard are not normally intended to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 8.2.5) should form part of the installation but not necessarily of the controller itself.

In this context, this standard gives requirements for semiconductor controllers and contactors associated with separate short-circuit protective devices.

This standard does not apply to:

- operation of a.c. and d.c. motors;
- low-voltage a.c. semiconductor motor controllers and starters covered by IEC 60947-4-2;
- electronic a.c. power controllers covered by the IEC 60146 series;
- all-or-nothing solid-state relays.

Contactors and control-circuit devices used in semiconductor controllers and contactors should comply with the requirements of their relevant product standard. Where mechanical switching devices are used, they should meet the requirements of their own IEC product standard and the additional requirements of this standard.

The object of this standard is to state

- a) the characteristics of semiconductor controllers and contactors and associated equipment;
- b) the conditions with which semiconductor controllers and contactors should comply with reference to:
  - their operation and behaviour;
  - their dielectric properties;
  - the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable;

- 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 documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

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

IEC 60947-1:2007, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*  
Amendment 1:2010

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*

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

CISPR 11:2009, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*  
Amendment 1:2010

## SOMMAIRE

|   |     |
|---|-----|
| AVANT-PROPOS.....   | 84  |
| INTRODUCTION.....   | 86  |
| 1 Domaine d'application .....   | 87  |
| 2 Références normatives .....   | 88  |
| 3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....  | 88  |
| 3.1 Termes et définitions concernant les appareils de commande à<br>semiconducteurs (pour des charges autres que des moteurs) pour<br>courant alternatif..... | 89  |
| 3.1.1 Gradateurs et contacteurs à semiconducteurs (contacteurs<br>statiques) pour courant alternatif (voir Figure 1) .....                                    | 89  |
| 3.1.2 Gradateurs et contacteurs hybrides (voir Figure 1) .....  | 92  |
| 3.2 Disponible.....   | 96  |
| 3.3 Symboles et abréviations .....  | 96  |
| 4 Classification.....   | 97  |
| 5 Caractéristiques des gradateurs et contacteurs à semiconducteurs à courant<br>alternatif.....   | 97  |
| 5.1 Enumération des caractéristiques .....  | 97  |
| 5.2 Type du matériel .....  | 97  |
| 5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux.....   | 100 |
| 5.3.1 Tensions assignées .....  | 100 |
| 5.3.2 Courants.....   | 100 |
| 5.3.3 Fréquence assignée .....  | 100 |
| 5.3.4 Service assigné .....   | 100 |
| 5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de<br>surcharge .....  | 101 |
| 5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel.....  | 102 |
| 5.4 Catégories d'emploi .....   | 102 |
| 5.4.1 Attribution des caractéristiques assignées suivant les<br>résultats d'essais.....   | 103 |
| 5.5 Circuits de commande .....  | 104 |
| 5.6 Circuits auxiliaires.....   | 104 |
| 5.7 Disponible.....   | 105 |
| 5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits<br>(DPCC).....   | 105 |
| 6 Information sur le matériel .....   | 105 |
| 6.1 Nature des informations .....   | 105 |
| 6.2 Marquage .....  | 106 |
| 6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien.....  | 106 |
| 7 Conditions normales de service, de montage et de transport .....  | 107 |
| 7.1 Conditions normales de service .....  | 107 |
| 7.1.1 Température de l'air ambiant .....  | 107 |
| 7.1.2 Altitude .....  | 107 |
| 7.1.3 Conditions atmosphériques.....  | 107 |
| 7.1.4 Chocs et vibrations .....   | 107 |
| 7.2 Conditions pendant le transport et le stockage.....   | 107 |
| 7.3 Montage.....  | 108 |
| 7.4 Perturbations du réseau électrique et influences .....  | 108 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 8      | Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....                                     | 108 |
| 8.1    | Dispositions constructives.....  | 108 |
| 8.1.1  | Généralités.....   | 108 |
| 8.1.2  | Matériaux.....   | 108 |
| 8.1.3  | Parties transportant le courant et leurs connexions.....   | 108 |
| 8.1.4  | Distances d'isolement et lignes de fuite.....  | 108 |
| 8.1.5  | Organe de commande.....  | 108 |
| 8.1.6  | Indication de la position des contacts.....  | 108 |
| 8.1.7  | Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement.....                               | 108 |
| 8.1.8  | Bornes.....  | 109 |
| 8.1.9  | Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre.....                               | 109 |
| 8.1.10 | Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection.....  | 109 |
| 8.1.11 | Enveloppes pour matériels.....   | 109 |
| 8.1.12 | Degrés de protection du matériel sous enveloppe.....   | 109 |
| 8.1.13 | Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques.....  | 109 |
| 8.2    | Dispositions relatives au fonctionnement.....  | 109 |
| 8.2.1  | Conditions de fonctionnement.....  | 109 |
| 8.2.2  | Echauffement.....  | 111 |
| 8.2.3  | Propriétés diélectriques.....  | 113 |
| 8.2.4  | Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge.....                | 114 |
| 8.2.5  | Coordination avec dispositif de protection contre les courts-circuits.....                             | 121 |
| 8.3    | Exigences concernant la CEM.....   | 121 |
| 8.3.1  | Généralités.....   | 121 |
| 8.3.2  | Emission.....  | 122 |
| 8.3.3  | Immunité.....  | 122 |
| 9      | Essais.....  | 124 |
| 9.1    | Nature des essais.....   | 124 |
| 9.1.1  | Généralités.....   | 124 |
| 9.1.2  | Essais de type.....  | 124 |
| 9.1.3  | Essais individuels.....  | 125 |
| 9.1.4  | Essais sur prélèvement.....  | 125 |
| 9.1.5  | Essais spéciaux.....   | 125 |
| 9.2    | Conformité aux dispositions relatives à la construction.....   | 125 |
| 9.3    | Conformité aux exigences relatives au fonctionnement.....  | 125 |
| 9.3.1  | Séquences d'essais.....  | 125 |
| 9.3.2  | Conditions générales d'essai.....  | 126 |
| 9.3.3  | Fonctionnement à vide, dans les conditions normales de charge et dans les conditions de surcharge..... | 127 |
| 9.3.4  | Fonctionnement dans des conditions de court-circuit.....   | 134 |
| 9.3.5  | Disponible.....  | 137 |
| 9.4    | Essais CEM.....  | 137 |
| 9.4.1  | Essais d'émission CEM.....   | 138 |
| 9.4.2  | Essais d'immunité CEM.....   | 140 |
| 9.5    | Essais individuels et par prélèvement.....   | 141 |
| 9.5.1  | Généralités.....   | 141 |
| 9.5.2  | Fonctionnement et limites de fonctionnement.....   | 141 |

|  |   |     |
|--|---|-----|
| 9.5.3  | Essais diélectriques .....  | 141 |
| Annexe A (normative)   | Marquage et identification des bornes .....   | 143 |
| A.1  | Généralités .....   | 143 |
| A.2  | Marquage et identification des bornes des gradateurs et contacteurs.....                                    | 143 |
| A.2.1  | Marquage et identification des bornes des circuits principaux.....  | 143 |
| A.2.2  | Marquage et identification des bornes des circuits de commande.....   | 143 |
| A.2.3  | Marquage et identification des circuits auxiliaires .....   | 143 |
| Annexe B (informative)   | Conditions de service typique pour les gradateurs et contacteurs.....                                       | 146 |
| B.1  | Contrôle d'éléments chauffants à résistance .....   | 146 |
| B.2  | Commande de lampes à décharge électrique.....   | 146 |
| B.3  | Commutation de lampes à incandescence.....  | 147 |
| B.4  | Commutation de transformateurs .....  | 147 |
| B.5  | Commutation de bancs de condensateurs .....   | 147 |
| Annexe C   | Disponible .....  | 148 |
| Annexe D   | Disponible .....  | 149 |
| Annexe E   | Disponible.....   | 150 |
| Annexe F (informative)   | Aptitude au fonctionnement .....  | 151 |
| Annexe G   | Disponible .....  | 154 |
| Annexe H   | Disponible .....  | 155 |
| Annexe I (normative)   | Circuit d'essai modifié pour l'essai de court-circuit des contacteurs et gradateurs à semiconducteurs ..... | 156 |
| Annexe J (informative)   | Diagramme pour définir les essais des gradateurs à semiconducteurs à dérivation.....                        | 158 |
| Bibliographie.....   |   | 159 |
| Figure 1 – Représentations graphiques des gradateurs .....   |   | 91  |
| Figure 2 – Méthodes de connexion .....   |   | 99  |
| Figure F.1 – Profil d'essai de stabilité thermique.....  |   | 151 |
| Figure F.2 – Profil d'essai de capacité de surcharge.....  |   | 152 |
| Figure F.3 – Profil d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation.....   |   | 153 |
| Figure I.1 – Circuit modifié pour l'essai de court-circuit des appareils à semiconducteurs.....  |   | 156 |
| Figure I.2 – Chronologie pour l'essai de court-circuit de 9.3.4.1.6 .....  |   | 157 |
| Tableau 1 – Fonctions possibles des gradateurs et contacteurs.....   |   | 92  |
| Tableau 2 – Catégories d'emploi.....   |   | 103 |
| Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs .....   |   | 104 |
| Tableau 4 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile.....  |   | 113 |
| Tableau 5 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent .....  |   | 113 |
| Tableau 6 – Durée minimale ( $T_X$ ) de tenue au courant de surcharge en fonction du rapport ( $X$ ) du courant de surcharge.....          |   | 116 |
| Tableau 7 – Exigences minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique.....  |   | 116 |
| Tableau 8 – Exigences minimales pour les conditions d'essai de tenue aux surcharges.....   |   | 117 |
| Tableau 9 – Exigences minimales et conditions pour les essais de fonctionnement, y compris l'aptitude au blocage et à la commutation ..... |   | 118 |

|  |     |
|--|-----|
| Tableau 10 – Essai de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure selon les catégories d'emploi pour les dispositifs mécaniques de connexion de gradateur et contacteur hybride H4, H5.....   | 119 |
| Tableau 11 – Essai de fonctionnement conventionnel – Conditions d'établissement et de coupure selon les catégories d'emploi pour les dispositifs mécaniques de connexion des gradateurs et contacteurs H4B, H5B..... | 120 |
| Tableau 12 – Critères de comportement spécifiques en présence de perturbations électromagnétiques.....   | 123 |
| Tableau 13 – Spécifications d'essai pour la stabilité thermique .....  | 131 |
| Tableau 14 – Exigences de température initiale du boîtier .....  | 131 |
| Tableau 15 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques.....   | 139 |
| Tableau 16 – Limites d'essai d'émissions rayonnées.....  | 139 |
| Tableau A.1 – Marquages des bornes des circuits principaux .....   | 143 |

## COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

#### **Partie 4-3: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et contacteurs à semiconducteurs pour charges, autres que des moteurs, à courant alternatif**

#### AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60947-4-3 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de l'IEC: Appareillage.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1999, l'Amendement 1:2006 et l'Amendement 2:2011. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) mise à jour des exigences de marquage (6.1);
- b) mise à jour des exigences de CEM (8.3.2); et
- c) mise à jour des exigences d'essais (9.3.1, 9.4, 9.4.1.1, 9.4.1.2, 9.4.2.1, 9.4.2.2, 9.4.2.3, 9.4.2.4, 9.4.2.6).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 121A/2/FDIS | 121A/14/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/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.

La présente norme doit être lue conjointement avec l'IEC 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.

Les dispositions des règles générales (IEC 60947-1) sont applicables à la présente norme lorsque celle-ci le précise. Les articles, les paragraphes ainsi que les tableaux, les figures et les annexes qui sont applicables sont identifiés par référence à l'IEC 60947-1 par exemple 1.2.3 de l'IEC 60947-1:2007, Amendement 1 (2010), Tableau 4 de l'IEC 60947-1:2007, Amendement 1 (2010) ou Annexe A de l'IEC 60947-1:2007.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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 à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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



## INTRODUCTION

La présente partie de l'IEC 60947 concerne les gradateurs et les contacteurs à basse tension à semiconducteurs à courant alternatif prévus pour être utilisés avec des charges autres que des moteurs. En tant que gradateurs, ils ont de nombreuses possibilités au-delà de la simple commutation de charges autres que des moteurs. En tant que contacteurs, ils assurent les mêmes fonctions que les contacteurs mécaniques, mais utilisent un ou plusieurs dispositifs de commutation à semiconducteurs dans leurs pôles principaux.

Les appareils peuvent être unipolaires ou multipolaires (voir 2.3.1 de l'IEC 60947-1). La présente norme traite des dispositifs complets caractérisés comme étant une unité incorporant tout le matériel de dissipation de chaleur nécessaire et les bornes. Il comprend les appareils avec toutes les bornes nécessaires qui sont fournies avec ou sans dissipateur de chaleur démontable pour montage par les utilisateurs lorsque le constructeur donne avec le dispositif des informations détaillées pour choisir le dissipateur de chaleur et pour monter l'appareil sur le dissipateur de chaleur.

Le terme générique «gradateur» est utilisé dans la présente norme là où seules les caractéristiques de commutation des éléments de puissance à semiconducteurs représentent l'intérêt essentiel. Le terme générique «contacteur» est utilisé dans la présente norme partout où seule la caractéristique de commutation marche/arrêt représente l'intérêt essentiel. Les désignations spécifiques (par exemple variante 4, variante HxB, etc.) sont utilisées chaque fois que les caractéristiques spécifiques de ces différentes configurations représentent l'intérêt essentiel.

## APPAREILLAGE A BASSE TENSION –

### Partie 4-3: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et contacteurs à semiconducteurs pour charges, autres que des moteurs, à courant alternatif

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60947 s'applique aux gradateurs et démarreurs à semiconducteurs à courant alternatif pour des charges autres que des moteurs prévus pour effectuer des manœuvres électriques en changeant l'état des circuits électriques à courant alternatif entre l'état passant et l'état bloqué. Des applications typiques classées par catégorie d'emploi sont données au Tableau 2.

En tant que gradateurs, ils peuvent être utilisés afin de réduire l'amplitude de la tension efficace en courant alternatif sur les bornes côté charge provenant de la tension appliquée, de façon continue ou pour une période spécifiée de temps. La demi-période de la forme d'onde en courant alternatif reste inchangée par rapport à celle de la tension appliquée.

Ils peuvent comprendre en série des appareils mécaniques de connexion et sont destinés à être connectés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif.

La présente norme définit les caractéristiques des gradateurs et contacteurs pour une utilisation avec ou sans appareil de connexion de court-circuitage.

Les gradateurs et contacteurs à semiconducteurs couverts par cette norme ne sont normalement pas prévus pour interrompre des courants de court-circuit. En conséquence, il convient qu'une protection adaptée contre les courts-circuits (voir 8.2.5) fasse partie de l'installation mais pas nécessairement du contacteur lui-même.

Dans ce contexte, la présente norme donne les exigences pour les gradateurs et contacteurs à semiconducteurs associés à des dispositifs séparés de protection contre les courts-circuits.

La présente norme ne s'applique pas

- aux manœuvres de moteurs à courant alternatif et à courant continu;
- aux gradateurs et démarreurs à basse tension à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif couverts par l'IEC 60947-4-2;
- aux gradateurs électroniques de puissance couverts par la série IEC 60146;
- aux relais de tout ou rien à l'état solide.

Il convient que les contacteurs et les dispositifs pour circuits de commande utilisés dans les gradateurs et contacteurs à semiconducteurs soient conformes aux exigences de leur norme de produit correspondante. Lorsque des dispositifs de commutation mécaniques sont utilisés, il est recommandé qu'ils satisfassent à leur propre norme de produit de l'IEC et aux exigences supplémentaires de la présente norme.

La présente norme a pour objet de fixer

- a) les caractéristiques des gradateurs et contacteurs à semiconducteurs et le matériel associé;
- b) les conditions à remplir par les gradateurs et les contacteurs à semiconducteurs pour
  - leur fonctionnement et leur comportement;
  - leurs propriétés diélectriques;
  - les degrés de protection procurés par leur enveloppe, le cas échéant;
  - leur construction;
- c) les essais prévus pour confirmer que ces conditions ont été remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;
- d) les informations à donner sur le matériel ou dans la documentation du constructeur.

## 2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60269-1:2006, *Fusibles basse tension – Partie 1:Exigences générales*

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

IEC 60947-1:2007, *Appareillage à basse tension – Partie 1:Règles générales*  
Amendement 1:2010

IEC 61000-4 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4:Techniques d'essai et de mesure*

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

CISPR 11:2009, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux – Caractéristiques de perturbations radioélectriques – Limites et méthodes de mesure*  
Amendement 1:2010