IEC 60947-4-3

Edition 3.0 2020-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

Appareillage à basse tension – Partie 4-3 : Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs à semiconducteurs et contacteurs à semiconducteurs pour charges non moteurs

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ICS 29.130.20, 31.180

ISBN 978-2-8327-0251-2

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.

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD....7
INTRODUCTION....9
1 Scope....10
2 Normative references....11
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms....11
3.1 General....11
3.2 Alphabetical index of terms....12
3.3 Terms and definitions concerning the types of semiconductor controllers and semiconductor contactors (see Figure 1)....12
3.4 Terms and definitions concerning characteristics of semiconductor controllers and semiconductor contactors....13
3.5 Terms and definitions concerning safety aspects....16
3.6 Symbols and abbreviated terms....16
4 Classification....17
5 Characteristics of semiconductor controllers and semiconductor contactors....17
5.1 Summary of characteristics....17
5.2 Type of equipment....17
5.2.1 Kind of equipment....17
5.2.2 Number of poles....18
5.2.3 Kind of current....18
5.2.4 Interrupting medium (air, vacuum, etc.)....18
5.2.5 Operating conditions of the equipment....18
5.3 Rated and limiting values for main circuits....20
5.3.1 Rated voltages....20
5.3.2 Currents....20
5.3.3 Rated frequency....20
5.3.4 Duty cycle values and symbols....20
5.3.5 Normal load and overload characteristics....21
5.3.6 Rated conditional short-circuit current....22
5.3.7 Controller power losses....22
5.4 Utilization category....22
5.4.1 General....22
5.4.2 Assignment of ratings based on the results of tests....23
5.5 Control circuits....23
5.6 Auxiliary circuits....24
5.7 Vacant....24
5.8 Coordination with short-circuit protective devices (SCPD)....24
6 Product information....24
6.1 Nature of information....24
6.2 Marking....26
6.3 Instructions for installation, operation, maintenance, decommissioning and dismantling....26
6.4 Environmental information....26
7 Normal service, mounting and transport conditions....27
7.1 Normal service conditions....27
7.1.1 Ambient air temperature....27
7.1.2 Altitude....27

7.1.3 Atmospheric conditions 27
7.1.4 Shock and vibrations 27
7.2 Conditions during transport and storage 27
7.3 Mounting 27
7.4 Electrical system disturbances and influences 28
8 Constructional and performance requirements 28
8.1 Constructional requirements 28
8.1.1 General 28
8.1.2 Materials 28
8.1.3 Current-carrying parts and their connections 29
8.1.4 Clearances and creepage distances 29
8.1.5 Actuator 29
8.1.6 Indication of the contact position 29
8.1.7 Additional requirements for equipment suitable for isolation 29
8.1.8 Terminals 29
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
8.1.14 Limited energy source 30
8.1.15 Stored charge energy circuit 33
8.1.16 Fault and abnormal conditions 33
8.1.17 Short-circuit and overload protection of ports 34
8.2 Performance requirements 34
8.2.1 Operating conditions 34
8.2.2 Temperature-rise 35
8.2.3 Dielectric properties 36
8.2.4 Normal load and overload performance requirements 37
8.2.5 Coordination with short-circuit protective devices 42
8.3 EMC requirements 42
8.3.1 General 42
8.3.2 Immunity 42
8.3.3 Emission 44
9 Tests 44
9.1 Kinds of tests 44
9.1.1 General 44
9.1.2 Type tests 44
9.1.3 Routine tests 45
9.1.4 Sampling tests 45
9.1.5 Special tests 45
9.2 Compliance with constructional requirements 46
9.2.1 General 46
9.2.2 Electrical performance of screwless-type clamping units 46
9.2.3 Ageing test for screwless-type clamping units 46
9.2.4 Limited energy source test 46
9.2.5 Breakdown of components 47
9.2.6 Wire flexing test 48
9.3 Compliance with performance requirements 48

9.3.1 Test sequences 48
9.3.2 General test conditions 49
9.3.3 Performance under no load, normal load and overload conditions 49
9.3.4 Performance under short-circuit conditions 57
9.4 EMC tests 60
9.4.1 General 60
9.4.2 EMC immunity tests 61
9.4.3 EMC emission tests 62
9.5 Routine and sampling tests 64
9.5.1 General 64
9.5.2 Operation and operating limits 64
9.5.3 Dielectric tests 65
Annex A (normative) Marking and identification of terminals 66
A.1 General 66
A.2 Marking and identification of terminals of semiconductor controllers and semiconductor contactors 66
A.2.1 Marking and identification of terminals of main circuits 66
A.2.2 Marking and identification of terminals of control circuits 66
Annex B (informative) Typical service conditions for semiconductor controllers and semiconductor contactors 67
B.1 Control of resistive heating elements 67
B.2 Switching of electric discharge lamp controls 67
B.3 Switching of incandescent lamps 68
B.4 Switching of transformers 68
B.5 Switching of capacitor banks 68
Annex C Vacant 69
Annex D Vacant 70
Annex E Vacant 71
Annex F (informative) Operating capability 72
Annex G Vacant 75
Annex H Vacant 76
Annex I (normative) Modified test circuit for short-circuit testing of semiconductor contactors and semiconductor controllers 77
Annex J (informative) Vacant 79
Annex K (normative) Examples of overvoltage category reduction 80
K.1 General 80
K.2 Insulation to the surroundings 80
K.2.1 Circuits connected directly to the supply mains 80
K.2.2 Insulation between circuits 81
Annex L (normative) Additional requirements and tests for equipment with protective separation 85
L.1 General 85
L.2 Terms and definitions 85
L.3 Requirements 85
L.3.1 Test method for implementing protective impedance 85
L.3.2 Touch current measurement 86
Bibliography 88

Figure 1 – Semiconductor control devices 13
Figure 2 – Methods of connecting 19
Figure F.1 – Thermal stability test profile 72
Figure F.2 – Overload withstand test profile 73
Figure F.3 – Blocking and commutating capability test profile 74
Figure I.1 – Modified circuit for short-circuit testing of semiconductor devices 77
Figure I.2 – Timeline for the short-circuit test of 9.3.4.1.6 78
Figure K.1 – Basic insulation evaluation for circuits connected directly to the origin of the installation mains supply 80
Figure K.2 – Basic insulation evaluation for circuits connected directly to the mains supply 81
Figure K.3 – Basic insulation evaluation for equipment not permanently connected to the mains supply 81
Figure K.4 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits connected directly to the origin of the installation mains supply and that are declared galvanically separated 82
Figure K.5 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits connected directly to the mains supply and that are declared galvanically separated 82
Figure K.6 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits not permanently connected directly to the mains supply and that are declared galvanically separated 83
Figure K.7 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits connected directly to the origin of the installation mains supply and that are declared galvanically separated where internal SPDs are used 83
Figure K.8 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits connected directly to the mains supply and that are declared galvanically separated where internal SPDs are used 84
Figure K.9 – Basic insulation evaluation for insulation between circuits connected directly to the mains supply and that are declared galvanically separated 84
Figure L.1 – Protection by means of protective impedance 86
Figure L.2 – Measuring instrument 87

Table 1 – Utilization categories 23
Table 2 – Relative levels of severity 23
Table 14 – Limits for limited energy sources without an over-current protective device 31
Table 15 – Limits for limited energy sources with an over-current protective device 32
Table 16 – Limits for limited energy source with current limiting impedance 33
Table 3 – Temperature-rise limits for insulated coils in air and in oil 36
Table 4 – Minimum overload current withstand time (T_X) in relation to overload current ratio (X) 37
Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions 38
Table 6 – Minimum requirements for overload current withstand test conditions 39
Table 7 – Making and breaking capacity test – Making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device 40
Table 8 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device 41
Table 9 – Specific performance criteria when EM disturbances are present 43
Table 10 – Thermal stability test specifications 53

Table 11 – Blocking and commutating capability test specifications.....55
Table 12 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission (AC mains power port).....63
Table 13 – Radiated emissions test limits.....64
Table A.1 – Main circuit terminal markings.....66
Table K.1 – Drawing keys.....80

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4-3: Contactors and motor-starters – Semiconductor controllers and semiconductor 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 121A: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 121: Switchgear and controlgear and their assemblies for low-voltage.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2014. This edition constitutes a technical revision.

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

a) scope exclusions;

b) editorial correction of notes and hanging paragraphs;

c) safety aspects related to:
   – general aspects;
   – limited energy circuits;
   – electronic circuits;
d) mention of dedicated wiring accessories;
e) power consumption measurement;
f) alignment to IEC 60947-1:2020;
g) alignment with IEC 60947-4-2 when appropriate.

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

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

FDIS	Report on voting
121A/357/FDIS	121A/368/RVD

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

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

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

The following differing practices of a less permanent nature exist in the countries indicated below.

5.5 USA and Canada

8.1.14.1 Canada

Table 14 USA

Table 15 USA

9.4.3.2 USA

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

INTRODUCTION

This document covers low-voltage semiconductor controllers and semiconductor contactors (solid-state contactors) intended for the use with non-motor loads. As semiconductor controllers, they have many capabilities beyond the simple switching on and off of non-motor loads. As semiconductor 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 3.5.1 of IEC 60947-1:2020). This document 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.

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

1 Scope

This document applies to semiconductor controllers and semiconductor contactors for non-motor load intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V AC.

It covers their use:

– for operations of changing the state of AC electric circuits between the ON-state and the OFF-state;
– with or without bypass switching devices;
– as controller, for reducing the amplitude of the RMS AC voltage.

This document does not apply to:

– electromechanical contactors (see IEC 60947-4-1);
– short-circuit protective device associated with semiconductor controllers and semiconductor contactors (see IEC 60947-4-1 (MPSD), IEC 60947-2 and IEC 60947-3);
– semiconductor motor controller or soft-starter equipment (see IEC 60947-4-2);
– semiconductor converters (see IEC 60146 (all parts));
– solid-state relays (see IEC 62314);
– use of the product within explosive atmospheres (see IEC 60079 (all parts));
– software and firmware requirements (see IEC TR 63201);
– cyber security aspects (see IEC TS 63208).

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

The object of this document is to state as follows:

– the characteristics of semiconductor controllers and semiconductor contactors;
– the conditions with which semiconductor controllers and semiconductor contactors comply with reference to:
  a) their operation and behaviour in normal and abnormal operating conditions including overcurrent operating conditions;
  b) their dielectric properties;
  c) the degrees of protection provided by their enclosures, where applicable;
  d) their construction including safety measures against electric shock, fire hazard and mechanical hazard;
– the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
– the information to be given with the equipment or in the manufacturer's literature.

2 Normative references

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-3-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current ≤ 75 A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current > 16 A and ≤ 75 A per phase*

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

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

CISPR 11:2015, *Industrial, scientific and medical equipment – Radio-frequency disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
CISPR 11:2015/AMD1:2016

ISO 2859-1:1999, *Sampling procedures for inspection by attributes – Part 1: Sampling schemes indexed by acceptance quality limit (AQL) for lot-by-lot inspection*
ISO 2859-1:1999/AMD1:2011

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 95
INTRODUCTION 97
1 Domaine d'application 98
2 Références normatives 99
3 Termes et définitions, symboles et abréviations 100
3.1 Généralités 100
3.2 Index alphabétique des termes 100
3.3 Termes et définitions concernant les types de gradateurs à semiconducteurs et de contacteurs à semiconducteurs (voir Figure 1) 101
3.4 Termes et définitions concernant les caractéristiques des gradateurs à semiconducteurs et des contacteurs à semiconducteurs 101
3.5 Termes et définitions concernant les aspects de sécurité 104
3.6 Symboles et abréviations 105
4 Classification 106
5 Caractéristiques des gradateurs à semiconducteurs et des contacteurs à semiconducteurs 106
5.1 Énumération des caractéristiques 106
5.2 Type du matériel 106
5.2.1 Nature du matériel 106
5.2.2 Nombre de pôles 106
5.2.3 Nature du courant 106
5.2.4 Milieu de coupure (air, vide, etc.) 107
5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel 107
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux 109
5.3.1 Tensions assignées 109
5.3.2 Courants 109
5.3.3 Fréquence assignée 109
5.3.4 Valeurs et symboles du cycle de service 109
5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et en conditions de surcharge 110
5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel 111
5.3.7 Puissance dissipée du gradateur 111
5.4 Catégorie d'emploi 112
5.4.1 Généralités 112
5.4.2 Attribution des caractéristiques assignées suivant les résultats d'essai 112
5.5 Circuits de commande 113
5.6 Circuits auxiliaires 113
5.7 Disponible 113
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) 113
6 Informations sur le produit 114
6.1 Nature des informations 114
6.2 Marquage 115
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement, de maintenance, de mise hors service et de démontage 115
6.4 Informations relatives à l'environnement 116
7 Conditions normales de service, de montage et de transport 116

7.1 Conditions normales de service 116
7.1.1 Température de l'air ambiant 116
7.1.2 Altitude 117
7.1.3 Conditions atmosphériques 117
7.1.4 Chocs et vibrations 117
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage 117
7.3 Montage 117
7.4 Perturbations du réseau électrique et influences 117
8 Exigences relatives à la construction et au fonctionnement 118
8.1 Exigences relatives à la construction 118
8.1.1 Généralités 118
8.1.2 Matériaux 118
8.1.3 Parties transportant le courant et leurs connexions 119
8.1.4 Distances d'isolement et lignes de fuite 119
8.1.5 Organe de commande 119
8.1.6 Indication de la position des contacts 119
8.1.7 Exigences supplémentaires pour les matériels aptes au sectionnement 119
8.1.8 Bornes 119
8.1.9 Exigences supplémentaires pour les matériels dotés d'un pôle neutre 120
8.1.10 Dispositions pour assurer la mise à la terre de protection 120
8.1.11 Enveloppes pour matériels 120
8.1.12 Degrés de protection du matériel sous enveloppe 120
8.1.13 Traction, torsion et flexion avec des conduits métalliques 120
8.1.14 Source d'énergie limitée 120
8.1.15 Circuit d'énergie de charge emmagasinée 123
8.1.16 Conditions anormales et de défaut 123
8.1.17 Protection des accès contre les courts-circuits et les surintensités 124
8.2 Exigences relatives au fonctionnement 124
8.2.1 Conditions de fonctionnement 124
8.2.2 Échauffement 125
8.2.3 Propriétés diélectriques 126
8.2.4 Exigences de fonctionnement dans des conditions normales de charge et dans des conditions de surcharge 128
8.2.5 Coordination avec des dispositifs de protection contre les courts-circuits 132
8.3 Exigences concernant la CEM 132
8.3.1 Généralités 132
8.3.2 Immunité 132
8.3.3 Émission 134
9 Essais 134
9.1 Nature des essais 134
9.1.1 Généralités 134
9.1.2 Essais de type 134
9.1.3 Essais individuels de série 135
9.1.4 Essais sur prélèvement 135
9.1.5 Essais spéciaux 136
9.2 Conformité aux exigences relatives à la construction 136
9.2.1 Généralités 136
9.2.2 Performance électrique des organes de serrage sans vis 136
9.2.3 Essai de vieillissement des organes de serrage sans vis 137

9.2.4 Essai de source d'énergie limitée 137
9.2.5 Défaillance des composants 137
9.2.6 Essai de flexion des fils 138
9.3 Conformité aux exigences relatives au fonctionnement 138
9.3.1 Séquences d'essais 138
9.3.2 Conditions générales d'essai 139
9.3.3 Fonctionnement à vide, dans des conditions normales de charge et dans des conditions de surcharge 140
9.3.4 Fonctionnement dans des conditions de court-circuit 148
9.4 Essais CEM 152
9.4.1 Généralités 152
9.4.2 Essais d'immunité CEM 153
9.4.3 Essais d'émission CEM 154
9.5 Essais individuels de série et essais sur prélèvement 156
9.5.1 Généralités 156
9.5.2 Fonctionnement et limites de fonctionnement 157
9.5.3 Essais diélectriques 157
Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes 158
A.1 Généralités 158
A.2 Marquage et identification des bornes des gradateurs à semiconducteurs et des contacteurs à semiconducteurs 158
A.2.1 Marquage et identification des bornes des circuits principaux 158
A.2.2 Marquage et identification des bornes des circuits de commande 158
Annexe B (informative) Conditions représentatives de service pour les gradateurs à semiconducteurs et les contacteurs à semiconducteurs 159
B.1 Commande d'éléments chauffants à résistance 159
B.2 Commutation de lampes à décharge électrique 159
B.3 Commutation de lampes à incandescence 160
B.4 Commutation de transformateurs 160
B.5 Commutation de batteries de condensateurs 160
Annexe C Disponible 161
Annexe D Disponible 162
Annexe E Disponible 163
Annexe F (informative) Aptitude au fonctionnement 164
Annexe G Disponible 167
Annexe H Disponible 168
Annexe I (normative) Circuit d'essai modifié pour l'essai de court-circuit des contacteurs à semiconducteurs et des gradateurs à semiconducteurs 169
Annexe J (informative) Disponible 171
Annexe K (normative) Exemples de réduction de la catégorie de surtension 172
K.1 Généralités 172
K.2 Isolation par rapport à l'environnement 172
K.2.1 Circuits directement connectés au réseau 172
K.2.2 Isolation entre les circuits 173
Annexe L (normative) Exigences et essais supplémentaires pour le matériel avec séparation de protection 177
L.1 Généralités 177
L.2 Termes et définitions 177

L.3 Exigences 177
L.3.1 Méthode d'essai pour la mise en œuvre d'une impédance de protection 177
L.3.2 Mesure du courant de contact 178
Bibliographie 180

Figure 1 – Appareils de commande à semiconducteurs 101
Figure 2 – Méthodes de connexion 108
Figure F.1 – Profil d'essai de stabilité thermique 164
Figure F.2 – Profil d'essai de tenue au courant de surcharge 165
Figure F.3 – Profil d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation 166
Figure I.1 – Circuit modifié pour l'essai de court-circuit des appareils à semiconducteurs 169
Figure I.2 – Chronologie pour l'essai de court-circuit de 9.3.4.1.6 170
Figure K.1 – Évaluation de l'isolation principale pour les circuits directement connectés à la source du réseau de l'installation 172
Figure K.2 – Évaluation de l'isolation principale pour les circuits directement connectés au réseau 173
Figure K.3 – Évaluation de l'isolation principale pour les matériels non connectés en permanence au réseau 173
Figure K.4 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits directement connectés à la source du réseau de l'installation et déclarés comme étant électriquement séparés 174
Figure K.5 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits directement connectés au réseau et déclarés comme étant électriquement séparés 174
Figure K.6 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits non directement connectés en permanence au réseau et déclarés comme étant électriquement séparés 175
Figure K.7 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits directement connectés à la source du réseau de l'installation et déclarés comme étant électriquement séparés où des parafoudres internes sont utilisés 175
Figure K.8 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits directement connectés au réseau et déclarés comme électriquement séparés où des parafoudres internes sont utilisés 176
Figure K.9 – Évaluation de l'isolation principale pour l'isolation entre les circuits directement connectés au réseau et déclarés comme étant électriquement séparés 176
Figure L.1 – Protection au moyen de l'impédance de protection 178
Figure L.2 – Instrument de mesure 179

Tableau 1 – Catégories d'emploi 112
Tableau 2 – Niveaux de sévérité relatifs 113
Tableau 14 – Limites pour les sources d'énergie limitée sans dispositif de protection contre les surintensités 121
Tableau 15 – Limites pour les sources d'énergie limitée avec dispositif de protection contre les surintensités 122
Tableau 16 – Limites pour une source d'énergie limitée avec impédance de limitation de courant 123
Tableau 3 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile 126
Tableau 4 – Durée minimale de tenue au courant de surcharge (T_X) en fonction du rapport du courant de surcharge (X) 128

Tableau 5 – Exigences minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique 128
Tableau 6 – Exigences minimales pour les conditions d'essai de tenue au courant de surcharge 129
Tableau 7 – Essai de fermeture et de coupure – Conditions d'établissement et de coupure selon les catégories d'emploi pour les dispositifs de commutation mécanique 130
Tableau 8 – Essai de fonctionnement conventionnel – Conditions d'établissement et de coupure selon les catégories d'emploi pour les dispositifs de commutation mécanique 131
Tableau 9 – Critères de comportement spécifiques en présence de perturbations électromagnétiques 133
Tableau 10 – Spécifications d'essai pour la stabilité thermique 144
Tableau 11 – Essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation 146
Tableau 12 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites à fréquences radioélectriques (accès d'alimentation en courant alternatif par le réseau électrique) 155
Tableau 13 – Limites d'essai d'émissions rayonnées 156
Tableau A.1 – Marquages des bornes des circuits principaux 158
Tableau K.1 – Légendes des schémas 172

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-3: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs à semiconducteurs et contacteurs à semiconducteurs pour charges non moteurs

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60947-4-3 a été établie par le sous-comité 121A: Appareillage à basse tension, du comité d'études 121 de l'IEC: Appareillages et ensembles d'appareillages basse tension.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2014. Cette édition constitue une révision technique.

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

a) mention d'exclusions dans le domaine d'application;
b) correction rédactionnelle des notes et des alinéas en suspens;

c) aspects de sécurité relatifs aux points suivants:
   – aspects généraux;
   – circuits à énergie limitée;
   – circuits électroniques;
d) mention des accessoires de câblage spécifiques;
e) mesure de la puissance consommée;
f) alignement sur l'IEC 60947-1:2020;
g) alignement sur l'IEC 60947-4-2, le cas échéant.

Les dispositions des règles générales couvertes par l'IEC 60947-1 s'appliquent pour la présente partie de la série IEC 60947, lorsque cela est spécifiquement mentionné. Les articles et les paragraphes, tableaux, figures et annexes des règles générales qui s'appliquent sont identifiés en faisant référence à l'IEC 60947-1:2020.

La présente version bilingue (2025-02) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2020-07.

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

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

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

Les différentes pratiques suivantes, à caractère moins permanent, existent dans les pays indiqués ci-après:

5.5 États-Unis et Canada

8.1.14.1Canada

Tableau 14 États-Unis

Tableau 15 États-Unis

9.4.3.2 États-Unis

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

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

INTRODUCTION

Le présent document concerne les gradateurs à semiconducteurs basse tension et les contacteurs à semiconducteurs basse tension destinés à être utilisés avec des charges non moteurs. En tant que gradateurs à semiconducteurs, ils ont de nombreuses possibilités au-delà de la simple commutation de charges non moteurs. En tant que contacteurs à semiconducteurs, ils assurent les mêmes fonctions que les contacteurs mécaniques, mais utilisent un ou plusieurs appareils de connexion à semiconducteurs dans leurs pôles principaux.

Les appareils peuvent être unipolaires ou multipolaires (voir 3.5.1 de l'IEC 60947-1:2020). Le présent document traite des appareils complets caractérisés comme étant une unité incorporant tout le matériel de dissipation de chaleur et les bornes. Il comprend les appareils avec toutes les bornes qui sont fournies avec ou sans radiateur démontable pour montage par les utilisateurs, lorsque le fabricant donne avec l'appareil des informations détaillées pour choisir le radiateur et pour monter l'appareil sur le radiateur.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-3: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs à semiconducteurs et contacteurs à semiconducteurs pour charges non moteurs

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique aux gradateurs à semiconducteurs et aux contacteurs à semiconducteurs pour des charges non moteurs, destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif.

Il couvre leur utilisation:

– pour les opérations consistant à commuter l'état des circuits électriques en courant alternatif entre l'état passant et l'état bloqué;
– avec ou sans appareil de connexion de contournement;
– en tant que gradateur, visant à réduire l'amplitude de la tension alternative en valeur efficace.

Le présent document ne s'applique pas:

– aux contacteurs électromécaniques (voir l'IEC 60947-4-1);
– au dispositif de protection contre les courts-circuits associé aux gradateurs à semiconducteurs et aux contacteurs à semiconducteurs (voir l'IEC 60947-4-1 (MPSD), l'IEC 60947-2 et l'IEC 60947-3);
– aux gradateurs à semiconducteurs de moteurs ou aux démarreurs progressifs (voir l'IEC 60947-4-2);
– aux convertisseurs à semiconducteurs (voir l'IEC 60146 [toutes les parties]);
– aux relais statiques (voir l'IEC 62314);
– à une utilisation du produit dans des atmosphères explosives (voir l'IEC 60079 [toutes les parties]);
– aux exigences relatives aux logiciels et logiciels embarqués (voir l'IEC/TR 63201);
– aux aspects liés à la cybersécurité (voir l'IEC/TS 63208).

Les contacteurs et les dispositifs pour circuits de commande utilisés dans les gradateurs à semiconducteurs et les contacteurs à semiconducteurs sont considérés conformes aux exigences de leur norme de produit correspondante. Lorsque des dispositifs de commutation mécanique sont utilisés, ils sont considérés comme satisfaisant aux exigences de leur propre norme de produit de l'IEC et aux exigences supplémentaires du présent document.

L'objet du présent document est de fixer:

– les caractéristiques des gradateurs à semiconducteurs et des contacteurs à semiconducteurs;
– les conditions que les gradateurs à semiconducteurs et les contacteurs à semiconducteurs remplissent, concernant:
  a) leur fonctionnement et leur comportement dans des conditions de fonctionnement normales et anormales, y compris des conditions de fonctionnement en surintensité;
  b) leurs propriétés diélectriques;
  c) les degrés de protection procurés par leur enveloppe, le cas échéant;

d) leur construction, en incluant les mesures de sécurité contre les chocs électriques, les dangers relatifs au feu et les dangers mécaniques;

– les essais destinés à confirmer que ces conditions ont été remplies et les méthodes à adopter pour ces essais;

– les informations à fournir avec le matériel ou dans les ouvrages de référence du fabricant.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60445, *Principes fondamentaux et de sécurité pour les interfaces homme-machine, le marquage et l'identification – Identification des bornes de matériels, des extrémités de conducteurs et des conducteurs*

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

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

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

IEC 60947-4-1, *Appareillage à basse tension – Partie 4-1: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Contacteurs et démarreurs électromécaniques*

IEC 61000-3-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

IEC 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné ≤ 16 A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Équipements ayant un courant appelé ≤ 75 A et soumis à un raccordement conditionnel*

IEC 61000-3-12, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé > 16 A et ≤ 75 A par phase*

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

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

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

ISO 2859-1:1999, *Règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs – Partie 1: Procédures d'échantillonnage pour les contrôles lot par lot, indexés d'après le niveau de qualité acceptable (NQA)*
ISO 2859-1:1999/AMD1:2011