

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60947-4-3**

Première édition  
First edition  
1999-09

---

---

**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**

**Low-voltage switchgear and controlgear –**

**Part 4-3:**

**Contactors and motor-starters –  
AC semiconductor controllers  
and contactors for non-motor loads**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60947-4-3:1999

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI\***
- **Catalogue des publications de la CEI**  
Publié annuellement et mis à jour régulièrement  
(Catalogue en ligne)\*
- **Bulletin de la CEI**  
Disponible à la fois au «site web» de la CEI\* et comme périodique imprimé

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

\* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

## Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

## Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site\***
- **Catalogue of IEC publications**  
Published yearly with regular updates  
(On-line catalogue)\*
- **IEC Bulletin**  
Available both at the IEC web site\* and as a printed periodical

## Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

\* See web site address on title page.

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60947-4-3**

Première édition  
First edition  
1999-09

---

---

**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**

**Low-voltage switchgear and controlgear –**

**Part 4-3:**

**Contactors and motor-starters –  
AC semiconductor controllers  
and contactors for non-motor loads**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photo-copie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XB**

Pour prix, voir catalogue en vigueur  
For price, see current catalogue

## SOMMAIRE

|                                                                                                                                                  | Pages |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| AVANT-PROPOS .....                                                                                                                               | 6     |
| INTRODUCTION .....                                                                                                                               | 8     |
| Articles                                                                                                                                         |       |
| 1 Domaine d'application et objet .....                                                                                                           | 10    |
| 2 Références normatives .....                                                                                                                    | 12    |
| 3 Définitions.....                                                                                                                               | 14    |
| 3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs<br>(pour des charges autres que des moteurs) pour courant alternatif..... | 14    |
| 3.2 Définitions relatives à la CEM .....                                                                                                         | 26    |
| 4 Classification .....                                                                                                                           | 28    |
| 5 Caractéristiques des gradateurs et contacteurs à semiconducteurs<br>à courant alternatif.....                                                  | 28    |
| 5.1 Énumération des caractéristiques .....                                                                                                       | 28    |
| 5.2 Type du matériel.....                                                                                                                        | 28    |
| 5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux.....                                                                            | 34    |
| 5.4 Catégories d'emploi .....                                                                                                                    | 38    |
| 5.5 Circuits de commande .....                                                                                                                   | 42    |
| 5.6 Circuits auxiliaires .....                                                                                                                   | 42    |
| 5.7 Disponible.....                                                                                                                              | 44    |
| 5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)..                                                          | 44    |
| 5.9 Surtensions de manœuvre .....                                                                                                                | 44    |
| 6 Information sur le matériel .....                                                                                                              | 44    |
| 6.1 Nature des informations.....                                                                                                                 | 44    |
| 6.2 Marquage .....                                                                                                                               | 46    |
| 6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien.....                                                                           | 46    |
| 7 Conditions normales de service, de montage et de transport.....                                                                                | 48    |
| 7.1 Conditions normales de service .....                                                                                                         | 48    |
| 7.2 Conditions pendant le transport et le stockage.....                                                                                          | 48    |
| 7.3 Montage .....                                                                                                                                | 48    |
| 7.4 Perturbations du réseau électrique et influences .....                                                                                       | 50    |
| 8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....                                                                             | 50    |
| 8.1 Dispositions constructives.....                                                                                                              | 50    |
| 8.2 Dispositions relatives au fonctionnement .....                                                                                               | 52    |
| 8.3 Prescriptions concernant la CEM .....                                                                                                        | 70    |
| 9 Essais.....                                                                                                                                    | 78    |
| 9.1 Nature des essais .....                                                                                                                      | 78    |
| 9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction .....                                                                                | 80    |
| 9.3 Conformité aux prescriptions relatives au fonctionnement.....                                                                                | 80    |
| 9.4 Essais spéciaux.....                                                                                                                         | 110   |

## CONTENTS

|                                                                                      | Page |
|--------------------------------------------------------------------------------------|------|
| FOREWORD .....                                                                       | 7    |
| INTRODUCTION .....                                                                   | 9    |
| Clause                                                                               |      |
| 1 Scope and object .....                                                             | 11   |
| 2 Normative references .....                                                         | 13   |
| 3 Definitions .....                                                                  | 15   |
| 3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor (non-motor-load) control devices ..... | 15   |
| 3.2 EMC definitions .....                                                            | 27   |
| 4 Classification .....                                                               | 29   |
| 5 Characteristics of a.c. semiconductor controllers and contactors .....             | 29   |
| 5.1 Summary of characteristics .....                                                 | 29   |
| 5.2 Type of equipment .....                                                          | 29   |
| 5.3 Rated and limiting values for main circuits .....                                | 35   |
| 5.4 Utilization category .....                                                       | 39   |
| 5.5 Control circuits .....                                                           | 43   |
| 5.6 Auxiliary circuits .....                                                         | 43   |
| 5.7 Vacant .....                                                                     | 45   |
| 5.8 Coordination with short-circuit protective devices (SCPD) .....                  | 45   |
| 5.9 Switching overvoltages .....                                                     | 45   |
| 6 Product information .....                                                          | 45   |
| 6.1 Nature of information .....                                                      | 45   |
| 6.2 Marking .....                                                                    | 47   |
| 6.3 Instructions for installation, operation and maintenance .....                   | 47   |
| 7 Normal service, mounting and transport conditions .....                            | 49   |
| 7.1 Normal service conditions .....                                                  | 49   |
| 7.2 Conditions during transport and storage .....                                    | 49   |
| 7.3 Mounting .....                                                                   | 49   |
| 7.4 Electrical system disturbances and influences .....                              | 51   |
| 8 Constructional and performance requirements .....                                  | 51   |
| 8.1 Constructional requirements .....                                                | 51   |
| 8.2 Performance requirements .....                                                   | 53   |
| 8.3 EMC requirements .....                                                           | 71   |
| 9 Tests .....                                                                        | 79   |
| 9.1 Kinds of tests .....                                                             | 79   |
| 9.2 Compliance with constructional requirements .....                                | 81   |
| 9.3 Compliance with performance requirements .....                                   | 81   |
| 9.4 Special tests .....                                                              | 111  |

|                                                                                                                                                                                                                      | Pages |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes .....                                                                                                                                                     | 112   |
| Annexe B (informative) Conditions de service typique pour les gradateurs et contacteurs .....                                                                                                                        | 118   |
| Annexe C Disponible .....                                                                                                                                                                                            | 122   |
| Annexe D (normative) Prescriptions pour les essais d'émission rayonnée .....                                                                                                                                         | 124   |
| Annexe E (informative) Méthode de conversion des limites d'émission rayonnée du CISPR 11 en puissance transmise équivalente .....                                                                                    | 128   |
| Annexe F (informative) Aptitude au fonctionnement .....                                                                                                                                                              | 130   |
| Annexe G (informative) Exemples de configuration de circuits de commande .....                                                                                                                                       | 136   |
| Annexe H (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur .....                                                                                                               | 140   |
| Tableau 1 – Fonctions possibles des gradateurs et contacteurs .....                                                                                                                                                  | 18    |
| Tableau 2 – Catégories d'emploi .....                                                                                                                                                                                | 40    |
| Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs .....                                                                                                                                                                       | 42    |
| Tableau 4 – Durée minimale ( $T_X$ ) de tenue au courant de surcharge en fonction du rapport (X) du courant de surcharge .....                                                                                       | 60    |
| Tableau 5 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique .....                                                                                                                         | 60    |
| Tableau 6 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de tenue aux surcharges .....                                                                                                                        | 62    |
| Tableau 7 – Prescriptions minimales et conditions pour les essais de fonctionnement, y compris l'aptitude au blocage et à la commutation .....                                                                       | 64    |
| Tableau 8 – 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 .....   | 66    |
| Tableau 9 – 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 ..... | 68    |
| Tableau 10 – Critères de comportement spécifiques en présence de perturbations électromagnétiques .....                                                                                                              | 76    |
| Tableau 11 – Spécifications d'essai pour la stabilité thermique .....                                                                                                                                                | 90    |
| Tableau 12 – Conditions de température initiale du boîtier .....                                                                                                                                                     | 90    |
| Tableau 14 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites aux fréquences radioélectriques .....                                                                                    | 104   |
| Tableau 15 – Limites d'essai d'émissions rayonnées .....                                                                                                                                                             | 104   |
| Tableau 16 – Creux de tension et coupures brèves .....                                                                                                                                                               | 108   |
| Tableau A.1 – Marquage des bornes des circuits principaux .....                                                                                                                                                      | 112   |

|                                                                                                                                                                                                                    | Page   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Annex A (normative) Marking and identification of terminals.....                                                                                                                                                   | 113    |
| Annex B (informative) Typical service conditions for controllers and contactors.....                                                                                                                               | 119    |
| Annex C Vacant .....                                                                                                                                                                                               | 123    |
| Annex D (normative) Requirements for radiated emission testing .....                                                                                                                                               | 125    |
| Annex E (informative) Method of converting CISPR 11 radiated emission limits to transmitted power equivalents .....                                                                                                | 129    |
| Annex F (informative) Operating capability.....                                                                                                                                                                    | 131    |
| Annex G (informative) Examples of control-circuit configurations .....                                                                                                                                             | 137    |
| Annex H (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user .....                                                                                                                               | 141    |
| <br>Table 1 – Functional possibilities of controllers and contactors.....                                                                                                                                          | <br>19 |
| Table 2 – Utilization categories .....                                                                                                                                                                             | 41     |
| Table 3 – Relative levels of severity .....                                                                                                                                                                        | 43     |
| Table 4 – Minimum overload current withstand time ( $T_x$ ) in relation to overload current ratio ( $X$ ).....                                                                                                     | 61     |
| Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions.....                                                                                                                                          | 61     |
| Table 6 – Minimum requirements for overload capability test conditions.....                                                                                                                                        | 63     |
| Table 7 – Minimum requirements and conditions for performance testing, including blocking and commutating capability .....                                                                                         | 65     |
| Table 8 – Making and breaking capacity test – Making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid semiconductor controller and contactor H4, H5 ..... | 67     |
| Table 9 – Conventional operational performance – Making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid controllers and contactors H4B, H5B.....         | 69     |
| Table 10 – Specific performance criteria when EM disturbances are present.....                                                                                                                                     | 77     |
| Table 11 – Thermal stability test specifications.....                                                                                                                                                              | 91     |
| Table 12 – Initial case temperature requirements .....                                                                                                                                                             | 91     |
| Table 14 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radiofrequency emission .....                                                                                                                         | 105    |
| Table 15 – Radiated emissions test limits.....                                                                                                                                                                     | 105    |
| Table 16 – Voltage dips and short-time interruption.....                                                                                                                                                           | 109    |
| Table A.1 – Main circuit terminal markings .....                                                                                                                                                                   | 113    |

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE 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 CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 des questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales; ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 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 du possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 60947-4-3 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette norme doit être utilisée conjointement avec la CEI 60947-1.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS          | Rapport de vote |
|---------------|-----------------|
| 17B/1000/FDIS | 17B/1013/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 3.

Les annexes A et D font partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, E, F, G et H sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2002. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de mai 2000 a été pris en considération dans cet exemplaire.

## 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 IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The 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 standard shall be used in conjunction with IEC 60947-1.

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

| FDIS          | Report on voting |
|---------------|------------------|
| 17B/1000/FDIS | 17B/1013/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 3.

Annexes A and D form an integral part of this standard.

Annexes B, E, F, G and H are for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2002. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of May 2000 have been included in this copy

## INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 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 charge. En tant que contacteurs, ils assurent la même fonction 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 la CEI 60947-1). Cette 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.

Les dispositions des règles générales (CEI 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 la CEI 60947-1 par exemple 1.2.3 de la CEI 60947-1, tableau 4 de la CEI 60947-1 ou annexe A de la CEI 60947-1.

WITNESS

## 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). 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.

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, table 4 of IEC 60947-1 or annex A of IEC 60947-1.

Withhold

## 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

#### 1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 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 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.

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, cette norme donne les prescriptions 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 continues de moteur à courant alternatif;
- aux gradateurs et démarreurs à basse tension à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif couverts par la CEI 60947-4-2;
- aux gradateurs électroniques de puissance couverts par la CEI 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 prescriptions 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 la CEI et aux prescriptions supplémentaires de cette 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;

## LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

#### 1 Scope and object

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 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.

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

- continuous operation of a.c. motors;
- low-voltage a.c. semiconductor motor controllers and starters covered by IEC 60947-4-2;
- electronic a.c. power controllers covered by IEC 60146;
- 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;

- 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 normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60947. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60947 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(161):1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 60269-1:1998, *Fusibles basse tension – Partie 1: Règles générales*

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

CEI 60439-1:1992, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 60664 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension*

CEI 60947-1:1999, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-4-2:1995, *Appareillage à basse tension – Partie 4: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Section 2: Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif*

CEI 61000-2-1:1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Deuxième partie: Environnement – Section 1: Description de l'environnement – Environnement électromagnétique pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation*

CEI 61000-3-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 2: Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils  $\leq 16$  A par phase)*

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

CEI 61000-4-2:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 2: Essais d'immunité aux décharges électrostatiques – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-3:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

- 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 normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60947. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60947 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60269-1:1998, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

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

IEC 60439-1:1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 60664 (all parts), *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems*

IEC 60947-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-4-2:1995, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 4: Contactors and motor-starters – Section 2: AC semiconductor motor controllers and starters*

IEC 61000-2-1:1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 1: Description of the environment – Electromagnetic environment for low-frequency conducted disturbances and signalling in public power supply systems*

IEC 61000-3-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 2: Limits for harmonic current emissions (equipment input current  $\leq 16$  A per phase)*

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

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication*

IEC 61000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radiofrequency, electromagnetic field immunity test*

CEI 61000-4-4:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 4: Essais d'immunité aux transitoires électriques rapides en sèves – Publication fondamentale en CEM*

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61000-4-6:1996, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 61000-4-11:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 11: Essais d'immunité aux creux de tension, coupures brèves et variations de tension*

CISPR 11:1997, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*

CISPR 14-1:1993, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électrodomestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 1: Emission – Norme de famille de produit*

### 3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60947, les définitions de l'article 2 de la CEI 60947-1 sont applicables ainsi que les définitions supplémentaires suivantes:

#### 3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs (pour des charges autres que des moteurs) pour courant alternatif

##### 3.1.1 Gradateurs et contacteurs à semiconducteurs (contacteurs statiques) pour courant alternatif (voir figure 1)

###### 3.1.1.1 gradateur à semiconducteurs pour courant alternatif

appareil de connexion à semiconducteurs (voir 2.2.3 de la CEI 60947-1) qui assure une fonction de commutation d'une charge (autre que moteur) pour courant alternatif et fournit un état bloqué

NOTE 1 – Etant donné les niveaux dangereux de courants de fuite (voir 3.1.13) pouvant exister dans un gradateur à semiconducteurs à l'état bloqué, il convient de considérer les bornes comme étant en permanence sous tension.

NOTE 2 – Dans un circuit où le courant passe par zéro (alternativement ou autrement), l'effet de ne pas établir le courant après une telle valeur égale à zéro est équivalent à couper le courant.

###### 3.1.1.1.1 gradateur à semiconducteurs (variante 4)

gradateur à semiconducteurs pour courant alternatif dans lequel la fonction de commutation peut comprendre toute méthode spécifiée par le constructeur. Il assure les fonctions de commande qui peuvent inclure toute combinaison de rampe croissante, de commande, de charge ou de rampe décroissante. Un état à pleine conduction peut être fourni

###### 3.1.1.1.2 Disponible

IEC 61000-4-4:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test – Basic EMC publication*

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-6:1996, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radiofrequency fields*

IEC 61000-4-11:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests – Basic EMC publication*

CISPR 11:1997, *Industrial, scientific and medical (ISM) radiofrequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

CISPR 14-1:1993, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission – Product family standard*

### 3 Definitions

For the purposes of this part of IEC 60947, relevant definitions of clause 2 of IEC 60947-1 apply with the following additional definitions:

#### 3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor (non-motor-load) control devices

##### 3.1.1 AC semiconductor controllers and contactors (solid-state contactors) (see figure 1)

###### 3.1.1.1

###### a.c. semiconductor controller

semiconductor switching device (see 2.2.3 of IEC 60947-1) that provides a switching function for an a.c. electrical load (non-motor load) and an OFF-state

NOTE 1 – Because dangerous levels of leakage currents (see 3.1.13) can exist in a semiconductor controller in the OFF-state, the load terminals should be considered to be live at all times.

NOTE 2 – In a circuit where the current passes through zero (alternately or otherwise), the effect of "not making" the current following such a zero value is equivalent to breaking the current.

###### 3.1.1.1.1

###### semiconductor controller (form 4)

a.c. semiconductor controller in which the switching function may comprise any method specified by the manufacturer. It provides control functions which may include any combination of ramp-up, load control or ramp-down. A FULL-ON state may also be provided

###### 3.1.1.1.2

Vacant

### 3.1.1.1.3

#### gradateur à semiconducteurs direct en ligne (DOL) (variante 5)

variante spéciale de gradateur à semiconducteurs pour courant alternatif dans lequel la fonction de commutation est limitée à la pleine tension, méthode sans rampe uniquement, et où la fonction supplémentaire de commande est limitée pour assurer la pleine conduction (également connu comme étant un contacteur à semiconducteurs (contacteur statique)).

C'est un appareil (voir 2.2.13 de la CEI 60947-1) qui assure la fonction d'un contacteur en utilisant un dispositif de commutation à semiconducteurs (voir 2.2.3 de la CEI 60947-1). Il a seulement une position de repos (état bloqué ou état ouvert dans le cas d'un gradateur hybride HxB) et est manœuvré par l'application d'un signal de commande. Il est capable de transporter des courants de charge et également de changer l'état de ladite charge (circuit électrique) entre l'état de pleine conduction et l'état bloqué (OUVERT) dans des conditions normales du circuit y compris les conditions de fonctionnement en surcharge.

### 3.1.1.2

Disponible

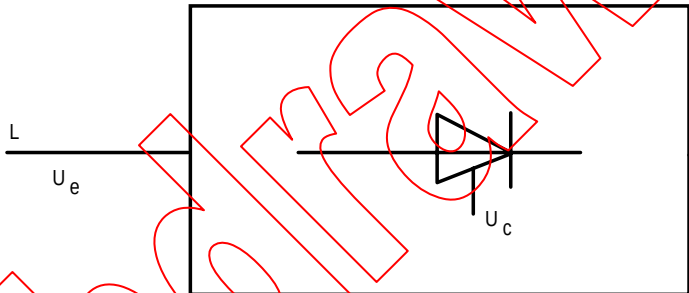
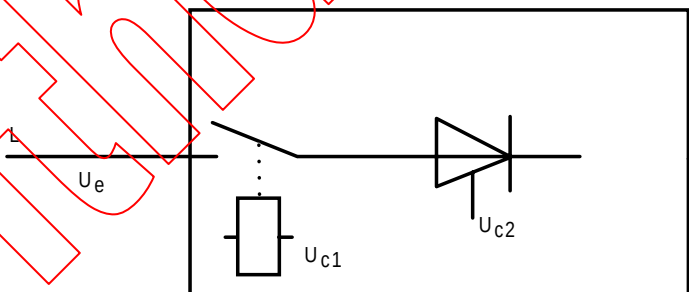
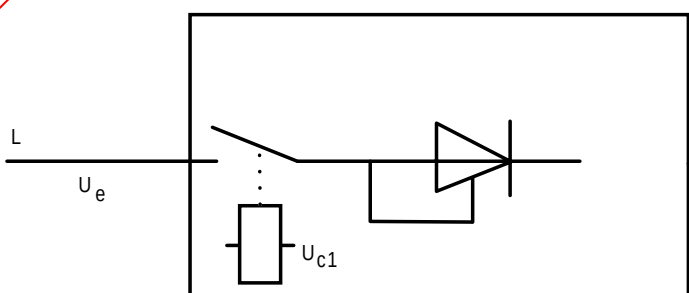
| Appareil                                                                                                                                                                                            |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gradateur<br>(toutes variantes)                                                                                                                                                                     |  <p>IEC 1206/99</p>  |
| Gradateur hybride<br>HxA*<br>où x = 4 ou 5                                                                                                                                                          |  <p>IEC 1207/99</p> |
| Gradateur hybride<br>HxB**<br>où x = 4 ou 5                                                                                                                                                         |  <p>IEC 1208/99</p> |
| <p>* Deux commandes séparées pour le gradateur et l'appareil mécanique de connexion en série, respectivement.</p> <p>** Une commande seulement pour l'appareil mécanique de connexion en série.</p> |                                                                                                         |

Figure 1 – Représentations graphiques des gradateurs

**3.1.1.1.3****semiconductor direct-on-line (DOL) contactor (form 5)**

special form of a.c. semiconductor controller in which the switching function is limited to the full-voltage, unramped method only and where the additional control function is limited to providing FULL-ON (also known as a semiconductor contactor or solid-state contactor).

It is a device (see 2.2.13 of IEC 60947-1) which performs the function of a contactor by utilizing a semiconductor switching device (see 2.2.3 of IEC 60947-1). It has only one position of rest (OFF-state or Open state in the case of an HxB hybrid controller) and is operated by the application of a control signal. It is capable of carrying load currents as well as changing the state of the said load (electrical circuit) between the FULL-ON and the OFF-states (Open) under normal circuit conditions including operating overload conditions.

**3.1.1.2**

Vacant

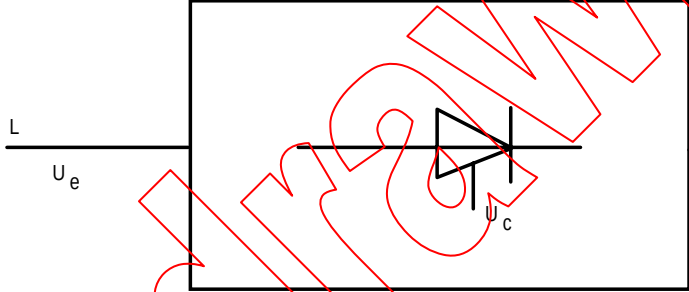
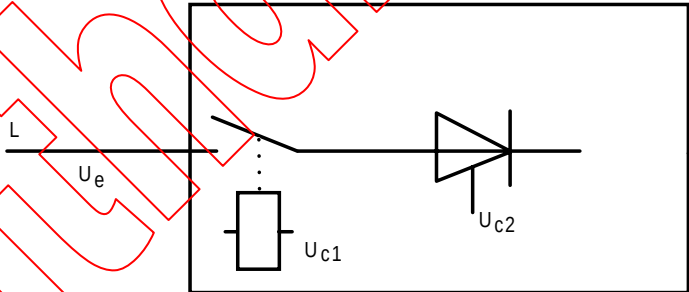
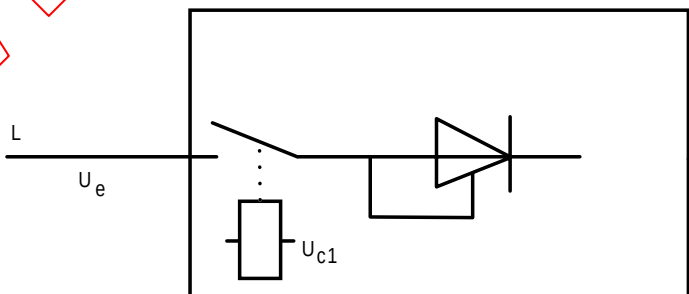
| Device                                                                                                                                                                            |                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Controller<br>(all forms)                                                                                                                                                         |  <p>IEC 1206/99</p>  |
| Hybrid controller HxA*<br>where x = 4 or 5                                                                                                                                        |  <p>IEC 1207/99</p> |
| Hybrid controller HxB**<br>where x = 4 or 5                                                                                                                                       |  <p>IEC 1208/99</p> |
| <p>* Two separate controls for the controller and the series mechanical switching device respectively.</p> <p>** One control only for the series mechanical switching device.</p> |                                                                                                         |

**Figure 1 – Graphical possibilities of controllers**

**Tableau 1 – Fonctions possibles des gradateurs et contacteurs**

| Appareil                                                                                                       | Variante 4                                                                                                                                  | Variante 5                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Gradateur à semiconducteurs                                                                                    | Etat bloqué<br>Rampe croissante<br>Commande de charge<br>Etat de pleine conduction<br>Rampe décroissante                                    | Non disponible                                                                                   |
| Contacteur (DOL) à semiconducteurs                                                                             | Non disponible                                                                                                                              | Etat bloqué<br>Fonction de connexion<br>Etat de pleine conduction                                |
| Gradateur hybride HxA*<br>où x = 4 ou 5                                                                        | H4A:<br>– état ouvert<br>– état bloqué<br>– rampe croissante<br>– commande de charge<br>– état de pleine conduction<br>– rampe décroissante | H5A:<br>– état ouvert<br>– état bloqué<br>– fonction de connexion<br>– état de pleine conduction |
| Gradateur hybride HxB**<br>où x = 4 ou 5                                                                       | H4B:<br>– état ouvert<br>– rampe croissante<br>– commande de charge<br>– état de pleine conduction<br>– rampe décroissante                  | H5B:<br>– état ouvert<br>– fonction de connexion<br>– état de pleine conduction                  |
| * Deux commandes séparées pour les gradateurs et l'appareil mécanique de commutation en série, respectivement. |                                                                                                                                             |                                                                                                  |
| ** Une seule commande pour l'appareil mécanique de commutation en série.                                       |                                                                                                                                             |                                                                                                  |

### 3.1.2 Gradateurs et contacteurs hybrides (voir figure 1)

#### 3.1.2.1 gradateurs ou contacteurs hybrides de variante HxA (où x = 4 ou 5)

gradateur à semiconducteurs de variante 4 ou 5 en série avec un appareil mécanique de connexion en tant qu'unité. Des commandes séparées sont fournies pour l'appareil mécanique en série et le gradateur ou contacteur à semiconducteurs. Toutes les fonctions de commande adaptées à la variante du gradateur spécifié sont assurées avec en plus une position d'ouverture

#### 3.1.2.2 gradateurs ou démarreurs hybrides, variante HxB

gradateur à semiconducteur de variante 4 ou 5 en série avec un appareil mécanique de connexion et dont les caractéristiques sont assignées comme pour un appareil unique. Une seule commande est prévue pour à la fois l'appareil mécanique de connexion et le gradateur ou le contacteur à semiconducteurs. Toutes les fonctions de commande correspondant à la variante du gradateur spécifié sont prévues à l'exception de l'état bloqué

**Table 1 – Functional possibilities of controllers and contactors**

| Device                                                                                                                                                                  | Form 4                                                                                               | Form 5                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| Semiconductor controller                                                                                                                                                | OFF-state<br>Ramp-up<br>Load control<br>FULL-ON state<br>Ramp-down                                   | Not available                                                                  |
| Semiconductor DOL contactor                                                                                                                                             | Not available                                                                                        | OFF-state<br>Switch-on function<br>FULL-ON state                               |
| Hybrid controller HxA*<br>where x = 4 or 5                                                                                                                              | H4A:<br>– open state<br>– OFF-state<br>– ramp-up<br>– load control<br>– FULL-ON state<br>– ramp-down | H5A:<br>– open state<br>– OFF-state<br>– switch-on function<br>– FULL-ON state |
| Hybrid controller HxB**<br>where x = 4 or 5                                                                                                                             | H4B:<br>– open state<br>– ramp-up<br>– load control<br>– FULL-ON state<br>– ramp-down                | H5B:<br>– open state<br>– switch-on function<br>– FULL-ON state                |
| * Two separate controls for the controller and the series mechanical switching device, respectively.<br>** One control only for the series mechanical switching device. |                                                                                                      |                                                                                |

### 3.1.2 Hybrid controllers and contactors (see figure 1)

#### 3.1.2.1

##### hybrid controllers or contactors form HxA (where x = 4 or 5)

form 4, or form 5 semiconductor controller in series with a mechanical switching device all rated as a unit. Separate control commands are provided for the series mechanical switching device and the semiconductor controller or contactor. All the control functions appropriate to the form of controller specified are provided together with an OPEN position

#### 3.1.2.2

##### hybrid controllers or contactors, form HxB

form 4 or form 5 semiconductor controller in series with a mechanical switching device all rated as a unit. A single control command is provided for both the series mechanical switching device and the semiconductor controller or contactor. All the control functions appropriate to the form of controller specified are provided with the exception of an OFF-state

### 3.1.2.3

#### **position d'ouverture**

condition d'un gradateur hybride à semiconducteurs où l'appareil mécanique de connexion en série est dans la position d'ouverture (voir 2.4.21 de la CEI 60947-1)

### 3.1.3

#### **fonction de limitation de courant**

aptitude d'un gradateur à limiter le courant de charge à une valeur spécifiée. Elle ne comprend pas l'aptitude à limiter le courant instantané dans les conditions de court-circuit

### 3.1.4

#### **commande de charge**

tout fonctionnement intentionnel provoquant des changements dans la puissance effective disponible pour la charge au cours d'une variation

- du cycle de manoeuvres imposé (c'est-à-dire une variation du facteur de marche  $F$  et/ou du nombre de cycles de manoeuvres par heure  $S$ , voir 5.3.4.6)
- ou
- de la tension aux bornes de la charge (par exemple par une commande de l'angle de phase)
- ou
- d'une combinaison des deux possibilités citées précédemment

NOTE 1 – La connexion est une variante obligatoire de commande de charge qui est reconnue séparément.

NOTE 2 – La commande de charge peut être effectuée par un gradateur de variante 5 lorsqu'un appareil de connexion externe ou un circuit de commande provoque le changement cyclique d'état bloqué à l'état de pleine conduction et l'inverse (c'est-à-dire la commande de charge par cycle de manoeuvre).

### 3.1.5

#### **rampe croissante**

fonction de commutation provoquant le changement de l'état bloqué (ou de l'état ouvert, dans le cas d'un gradateur hybride HxB) à l'état passant (c'est-à-dire à l'état de pleine conduction ou à une manoeuvre de commande de charge) sur une période de temps définie (temps de croissance)

### 3.1.6

#### **rampe décroissante**

fonction de commutation provoquant le changement de l'état passant (c'est-à-dire de la pleine conduction ou de la manoeuvre de commande de charge) à l'état bloqué (ou à l'état ouvert, dans le cas d'un gradateur hybride HxB) sur une période de temps définie (temps de rampe décroissante)

### 3.1.7

#### **fonctionnement contrôlé**

Non défini (voir 3.1.4)

### 3.1.8

Disponible

### 3.1.9

#### **état passant**

état d'un gradateur à semiconducteurs lorsque le courant de conduction peut passer par son circuit principal

### 3.1.10

#### **pleine conduction (état des gradateurs)**

état d'un gradateur dont les fonctions de commande sont réglées pour alimenter la charge sous sa pleine tension

**3.1.2.3****OPEN position**

condition of a hybrid semiconductor controller when the series mechanical switching device is in the OPEN position (see 2.4.21 of IEC 60947-1)

**3.1.3****current-limit function**

ability of the controller to limit the load current to a specified value. It does not include the ability to limit the instantaneous current under conditions of short circuit

**3.1.4****load control**

any deliberate operation which causes changes in the effective power available to the load through variation of either

- an imposed operating cycle (i.e. variation of the cyclic duration factor  $F$  and/or the number of operating cycles per hour  $S$ , see 5.3.4.6)
- or
- the load terminal voltage (for example, through phase-angle control)
- or
- a combination of these

NOTE 1 – Switch-on is a mandatory form of load control that is recognized separately.

NOTE 2 – Load control can be performed by a form 5 controller, if an external switching device or control circuit causes the cyclic transition from the OFF-state to the FULL-ON state and back again (i.e. load control by operating cycle).

**3.1.5****ramp-up**

switching (switch-on) function which causes the transition from the OFF-state (or from the Open state, in the case of a HxB hybrid controller) to the ON-state (i.e. to the FULL-ON state or to a load control operation) over a defined period of time (the ramp-up time)

**3.1.6****ramp-down**

switching (switch-off) function which causes the transition from the ON-state (i.e. either from FULL-ON or from a load control operation) to the OFF-state (or the Open state, in the case of an HxB hybrid controller) over a defined period of time (ramp-down time)

**3.1.7****controlled operation**

Not defined (see 3.1.4)

**3.1.8**

Vacant

**3.1.9****ON-state**

condition of a semiconductor controller when the conduction current can flow through its main circuit

**3.1.10****FULL-ON (state of controllers)**

condition of a controller when the controlling functions are set to provide normal full-voltage excitation to the load

### 3.1.11

#### **courant minimal de charge**

courant minimal de fonctionnement du circuit principal nécessaire au fonctionnement correct d'un gradateur à semiconducteurs à l'état passant

NOTE – Il convient d'indiquer la valeur efficace du courant minimal de charge.

### 3.1.11.1

#### **détection du courant de charge minimal**

aptitude du gradateur à détecter et à signaler que le courant de charge est inférieur à une valeur minimale spécifiée, signalement qui peut être obtenu par les états bloqué ou ouvert

### 3.1.12

#### **état bloqué**

état d'un gradateur lorsqu'aucun signal de commande n'est appliqué et qu'aucun courant de valeur supérieure à celle du courant de fuite à l'état bloqué ne passe par son circuit principal

### 3.1.13

#### **courant de fuite à l'état bloqué ( $I_L$ )**

courant que laisse passer le circuit principal d'un contacteur à semiconducteurs à l'état bloqué

### 3.1.14

#### **manœuvre (d'un gradateur)**

passage de l'état passant à l'état bloqué ou l'inverse

### 3.1.14.1

#### **fonction de commutation**

fonction conçue pour établir et couper le courant pendant la manœuvre d'un gradateur

### 3.1.14.2

#### **fonction de commutation progressive**

Voir rampe croissante et rampe décroissante

### 3.1.14.3

#### **fonction de commutation instantanée**

fonction de commutation provoquant la transition instantanée de l'état passant (c'est-à-dire de l'état pleine conduction ou de la manœuvre de commande de charge) à l'état bloqué (ou l'état d'ouverture, dans le cas d'un gradateur hybride HxB) ou l'inverse.

Dans le cas d'interruption, le terme «instantané» est utilisé pour indiquer le temps minimal d'ouverture (semblable à 2.5.39 de la CEI 60947-1).

Dans le cas d'établissement, le terme «instantané» est utilisé pour indiquer le temps de fermeture (voir 2.5.43 de la CEI 60947-1) plus le temps de transition déterminé seulement par l'impédance du circuit externe

### 3.1.14.4

#### **point de commutation**

point sur la forme d'onde de la tension appliquée (voir 2.5.32 de la CEI 60947-1) pour lequel le dispositif de commutation à semiconducteurs devient conducteur pendant une manœuvre de fermeture

**3.1.11****minimum load current**

minimum operational current in the main circuit which is necessary for correct action of a controller in the ON-state

NOTE – The minimum load current should be given as the r.m.s. value.

**3.1.11.1****minimum load current detection**

ability of the controller to detect and signal that the load current is below a specified minimum value, for which signalling can be achieved by the OFF or Open states

**3.1.12****OFF-state**

condition of a controller when no control signal is applied and no current exceeding the OFF-state leakage current flows through the main circuit

**3.1.13****OFF-state leakage current ( $I_L$ )**

current which flows through the main circuit of a semiconductor contactor in the OFF-state

**3.1.14****operation (of a controller)**

transition from the ON-state to the OFF-state or the reverse

**3.1.14.1****switching function**

function designed to make or break the current during the operation of a controller

**3.1.14.2****ramp switching function**

See ramp-up and ramp-down

**3.1.14.3****instantaneous switching function**

switching function which causes the instantaneous transition from the ON-state (i.e. either from FULL-ON or from a load control operation) to the OFF-state (or the Open state, in the case of an HxB hybrid controller) or vice versa.

In the case of switch-off, the term "instantaneous" is used to mean the minimum opening time (see 2.5.39 of IEC 60947-1).

In the case of switch-on, the term "instantaneous" is used to mean make time (see 2.5.43 of IEC 60947-1) plus the transient time determined only by external circuit impedance

**3.1.14.4****switching point**

point on the wave form of the applied voltage (see 2.5.32 of IEC 60947-1) at which the semiconductor switching device becomes conductive during a switch-on operation

#### **3.1.14.4.1**

##### **commutation en un point défini (d'un gradateur à semiconducteurs)**

aptitude d'un gradateur à semiconducteurs à permettre le passage du courant dans le circuit principal seulement à l'instant où la tension appliquée en courant alternatif (voir 2.5.32 de la CEI 60947-1) ou alternativement la tension du circuit de commande en courant alternatif atteint un point spécifié sur sa forme d'onde

Cette forme de commutation optimisée peut être utilisée pour amortir le courant d'appel ou la «commutation douce» des transformateurs.

#### **3.1.14.4.2**

##### **commutation au point zéro (d'un gradateur à semiconducteurs)**

variante spéciale de commutation en un point défini applicable seulement dans le cas de gradateur unipolaire à charge autre que des moteurs

Transition de l'état bloqué à l'état passant après application du signal de commande de telle façon que le dispositif de commutation à semiconducteur devienne conducteur à l'instant où la tension appliquée en courant alternatif (voir 2.5.32 de la CEI 60947-1) passe par zéro

NOTE – Ce type de manœuvre convient particulièrement aux charges résistives et aux lampes à incandescence. Il convient de ne pas l'utiliser pour les charges inductives et capacitatives étant donné que l'écart angulaire entre le courant de charge et la tension de pilotage dans ces charges provoquerait des pointes de courant transitoire sévères.

#### **3.1.14.4.3**

##### **commutation aléatoire (d'un gradateur à semiconducteurs)**

absence de possibilité pour un gradateur à semiconducteurs de permettre le passage du courant à travers le circuit principal seulement à partir de l'instant où la tension appliquée en courant alternatif (voir 2.5.32 de la CEI 60947-1) ou alternativement à la tension du circuit de commande en courant alternatif atteint un point spécifié sur sa forme d'onde

#### **3.1.15**

##### **cycle de manœuvres (d'un gradateur)**

suite de manœuvres d'un état à un autre et retour au premier état

NOTE – Une suite de manœuvres ne formant pas un cycle de manœuvres est appelée série de manœuvres.

#### **3.1.16**

##### **aptitude au fonctionnement**

aptitude à effectuer une suite de cycles de manœuvre sans défaillance, dans des conditions prescrites

#### **3.1.17**

##### **profil de courant de surcharge**

coordonnés temps/courant précisant les valeurs des courants de surcharge pendant une certaine durée (voir 5.3.5.1)

#### **3.1.18**

##### **index caractéristique**

informations relatives aux caractéristiques assignées présentées sous une forme prescrite associant le courant assigné d'emploi, la catégorie d'emploi, le profil de courant de surcharge et le cycle de service ou la durée à l'état non passant (voir 6.1 e))

#### **3.1.19**

##### **manœuvre de déclenchement (d'un gradateur)**

manœuvre pour établir et maintenir l'état bloqué (ou la position d'ouverture dans le cas d'un gradateur ou démarreur de variante HxB) déclenchée par un signal de commande

**3.1.14.4.1****defined-point switching (of a semiconductor controller)**

ability of a semiconductor controller to permit the flow of current through the main circuit only as from the instant the a.c. applied voltage (see 2.5.32 of IEC 60947-1) or alternatively the a.c. control circuit voltage reaches a specified point on its wave form

This form of optimized switching may be used for rush-current damping or the "soft switching" of transformers.

**3.1.14.4.2****zero-point switching (of a semiconductor controller)**

special form of defined point switching applicable only in the case of single pole semiconductor controllers for non-motor loads

The transition from the OFF-state to the ON-state after application of the control signal in such a way, that the semiconductor switching device becomes conductive at the instant a.c. applied voltage (see 2.5.32 of IEC 60947-1) passes through zero

NOTE – This type of operation is particularly suitable for resistive and incandescent light loads. It should not be used for inductive or capacitive loads since the angular displacement between load current and driving voltage in these loads would cause severe transient current peaks.

**3.1.14.4.3****random point switching (of a semiconductor controller)**

absence of the ability of a semiconductor controller to permit the flow of current through the main circuit only as from the instant the a.c. applied voltage (see 2.5.32 of IEC 60947-1) or alternatively the a.c. control circuit voltage reaches a specified point on its wave form

**3.1.15****operating cycle (of a controller)**

succession of operations from one state to the other and back to the first state

NOTE – A succession of operations not forming an operating cycle is referred to as an operating series.

**3.1.16****operating capability**

under prescribed conditions, ability to perform a series of operating cycles without failure

**3.1.17****overload current profile**

current-time coordinate specifying the requirement to accommodate overload currents for a period of time (see 5.3.5.1)

**3.1.18****rating index**

rating information organized in a prescribed format unifying rated operational current and the corresponding utilization category, overload current profile, and the duty cycle or OFF-time (see 6.1 e))

**3.1.19****tripping operation (of a controller)**

operation to establish and maintain an OFF-state (or open position in the case of a form HxB controller) initiated by a control signal

### 3.1.20

#### **gradateur à déclenchement libre**

gradateur qui établit et maintient la condition de l'état bloqué, qui ne peut pas être annihilée dans le cas d'une condition de déclenchement

NOTE – Dans le cas de la variante HxB, le terme «condition à l'état bloqué» est remplacé par le terme «position d'ouverture».

### 3.1.21

#### **moyens de protection contre les surcharges**

moyens conduisant un dispositif de commutation à revenir à l'état bloqué ou en position ouverte avec ou sans retard lorsque le courant dépasse une valeur prédéterminée

### 3.1.22

#### **durée à l'état passant**

intervalle de temps pendant lequel le gradateur est en charge, voir par exemple la figure F.1 de l'annexe F

### 3.1.23

#### **durée à l'état bloqué**

intervalle de temps pendant lequel le gradateur est à vide, voir par exemple la figure F.1 de l'annexe F

## 3.2 Définitions relatives à la CEM

De nombreuses définitions relatives à la CEM sont données dans la CEI 60050 et en particulier dans le chapitre 161. D'autres explications sont données dans la CEI 61000-2-1. Par esprit de commodité et afin d'éviter toute confusion, quelques définitions clés de la CEI 60050(161) sont reproduites ci-après.

### 3.2.1

#### **compatibilité électromagnétique CEM** (abréviation)

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son *environnement électromagnétique* de façon satisfaisante et sans produire lui-même des *perturbations électromagnétiques* intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement [VEI 161-01-07]

### 3.2.2

#### **émission (électromagnétique)**

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur [VEI 161-01-08]

### 3.2.3

#### **perturbation électromagnétique; parasite** (électromagnétique)

phénomène électromagnétique susceptible de créer des troubles de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système, ou d'affecter défavorablement la matière vibrante ou inerte

NOTE – Une perturbation électromagnétique peut être un *bruit électromagnétique*, un *signal non désiré* ou une modification du milieu de propagation lui-même. [VEI 161-01-05]

### 3.2.4

#### **perturbation radioélectrique; parasite** (radioélectrique)

*perturbation électromagnétique* se manifestant aux radiofréquences [VEI 161-01-13]

### 3.2.5

#### **brouillage** (radioélectrique)

trouble apporté à la réception d'un signal utile par une *perturbation radioélectrique*

NOTE – En anglais, les mots «interference» et «disturbance» sont souvent utilisés indifféremment. L'expression «radiofrequency interference» est employée aussi communément pour désigner une perturbation radioélectrique ou un *signal non désiré*. [VEI 161-01-14]

**3.1.20****trip-free controller**

controller which establishes and sustains an OFF-state condition which cannot be overridden in the presence of a trip condition

NOTE – In the case of form HxB, the term "OFF-state condition" is replaced by the term "OPEN position".

**3.1.21****overcurrent protective means OCPM**

means that cause a switching device to revert to the OFF-state or open position with or without time-delay when the current exceeds a predetermined value

**3.1.22****ON-time**

period of time during which the controller is on-load, for example as in figure F.1 of annex F

**3.1.23****OFF-time**

period of time during which the controller is off-load, for example as in figure F.1 of annex F

**3.2 EMC definitions**

Various EMC definitions are given in IEC 60050, particularly chapter 161. Further explanations are given in IEC 61000-2-1. For convenience and to avoid confusion, some of the key definitions from IEC 60050(161) are reproduced here.

**3.2.1****electromagnetic compatibility, EMC (abbreviation)**

ability of an equipment or system to function satisfactorily in its *electromagnetic environment* without introducing intolerable *electromagnetic disturbances* to anything in that environment [IEV 161-01-07]

**3.2.2****(electromagnetic) emission**

phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source [IEV 161-01-08]

**3.2.3****electromagnetic disturbance**

any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system, or adversely affect living or inert matter

NOTE – An electromagnetic disturbance may be an *electromagnetic noise*, an *unwanted signal* or a change in the propagation medium itself. [IEV 161-01-05]

**3.2.4****radio(frequency) disturbance**

*electromagnetic disturbance* having components in the radiofrequency range [IEV 161-01-13]

**3.2.5****radiofrequency interference; RFI (abbreviation)**

degradation of the reception of a wanted signal caused by *radiofrequency disturbance*

NOTE – The English words "interference" and "disturbance" are often used indiscriminately. The expression "radiofrequency interference" is also commonly applied to a radiofrequency disturbance of an *unwanted signal*. [IEV 161-01-14]

### 3.2.6

**transitoire** (adjectif et nom)

se dit d'un phénomène ou d'une grandeur qui varie entre deux régimes établis consécutifs dans un intervalle de temps relativement court à l'échelle des temps considérée [VEI 161-02-01]

### 3.2.7

**salve**

suite d'un nombre fini d'*impulsions* distinctes ou oscillation de durée limitée [VEI 161-02-07]

### 3.2.8

**tension de choc (progressive)**

onde de tension *transitoire* se propageant le long d'une ligne ou d'un circuit et comportant une montée rapide de la tension suivie d'une décroissance plus lente de celle-ci [VEI 161-08-11]

### 3.2.9

**immunité** (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans *dégradation* en présence d'une *perturbation électromagnétique* [VEI 161-01-20]

## 4 Classification

Toutes les indications qui peuvent servir aux critères de classification sont indiquées en 5.2.

## 5 Caractéristiques des gradateurs et contacteurs à semiconducteurs à courant alternatif

### 5.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques des gradateurs et contacteurs doivent, chaque fois que cela est possible, être indiquées de la façon suivante:

- type du matériel (voir 5.2);
- valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux (voir 5.3);
- catégorie d'emploi (voir 5.4);
- circuits de commande (voir 5.5);
- circuits auxiliaires (voir 5.6);
- types et caractéristiques des relais et des déclencheurs (voir 5.7);
- coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (voir 5.8);
- surtensions de manœuvre (voir 5.9).

### 5.2 Type du matériel

Ce qui suit doit être indiqué.

#### 5.2.1 Variante du matériel

Variante de gradateurs et contacteurs (voir 3.1.1 et 3.1.2).

**3.2.6****transient** (adjective and noun)

pertaining to or designating a phenomenon or a quantity which varies between two consecutive steady states during a time interval short compared with the time-scale of interest [IEV 161-02-01]

**3.2.7****burst** (of pulses or oscillations)

sequence of a limited number of distinct *pulses* or an oscillation of limited duration [IEV 161-02-07]

**3.2.8****voltage surge**

*transient* voltage wave propagating along a line or a circuit and characterized by a rapid increase followed by a slower decrease of the voltage [IEV 161-08-11]

**3.2.9****immunity** (to a disturbance)

ability of a device, equipment or system to perform without *degradation* in the presence of an *electromagnetic disturbance* [IEV 161-01-20]

**4 Classification**

All data which could be used as criteria for classification is given in 5.2.

**5 Characteristics of a.c. semiconductor controllers and contactors****5.1 Summary of characteristics**

The characteristics of controllers and contactors shall be stated in the following terms, where such terms are applicable:

- type of equipment (see 5.2);
- rated and limiting values for main circuits (see 5.3);
- utilization category (see 5.4);
- control circuits (see 5.5);
- auxiliary circuits (see 5.6);
- types and characteristics of relays and releases (see 5.7);
- coordination with short-circuit protective devices (see 5.8);
- switching overvoltages (see 5.9).

**5.2 Type of equipment**

The following shall be stated.

**5.2.1 Form of equipment**

Forms of controllers and contactors (see 3.1.1 and 3.1.2).

## **5.2.2 Nombre de pôles**

### **5.2.2.1 Nombre de pôles principaux**

### **5.2.2.2 Nombre de pôles principaux commandés par un élément à semiconducteurs**

## **5.2.3 Nature du courant**

Alternatif seulement.

## **5.2.4 Milieu de coupure (air, vide, etc.)**

Applicable seulement aux dispositifs mécaniques de commutation des gradateurs et contacteurs hybrides.

## **5.2.5 Conditions de fonctionnement du matériel**

### **5.2.5.1 Mode de fonctionnement**

Par exemple:

- gradateur commandé symétriquement (par exemple semiconducteur commandé sur toutes les phases);
- gradateur non commandé symétriquement (par exemple thyristors et diodes).

### **5.2.5.2 Mode de commande**

Par exemple:

- automatique (par auxiliaire automatique de commande ou commande séquentielle);
- non automatique (par exemple boutons-poussoirs);
- semi-automatique (c'est-à-dire partiellement automatique, partiellement non automatique).

### **5.2.5.3 Méthode de connexion**

Par exemple (voir figure 2):

- charge connectée en étoile, thyristors connectés entre la charge et l'alimentation;
- charge connectée en triangle, thyristors connectés entre la charge et l'alimentation;
- charge à une seule phase, thyristors connectés entre la charge et l'alimentation.

## **5.2.2 Number of poles**

### **5.2.2.1 Number of main poles**

#### **5.2.2.2 Number of main poles where the operation is controlled by a semiconductor switching element**

### **5.2.3 Kind of current**

AC only.

### **5.2.4 Interrupting medium (air, vacuum, etc.)**

Applicable only to mechanical switching devices of hybrid controllers and contactors.

## **5.2.5 Operating conditions of the equipment**

### **5.2.5.1 Method of operation**

For example:

- symmetrically controlled controller (such as semiconductor with fully controlled phases);
- non-symmetrically controlled controller (such as thyristors and diodes).

### **5.2.5.2 Method of control**

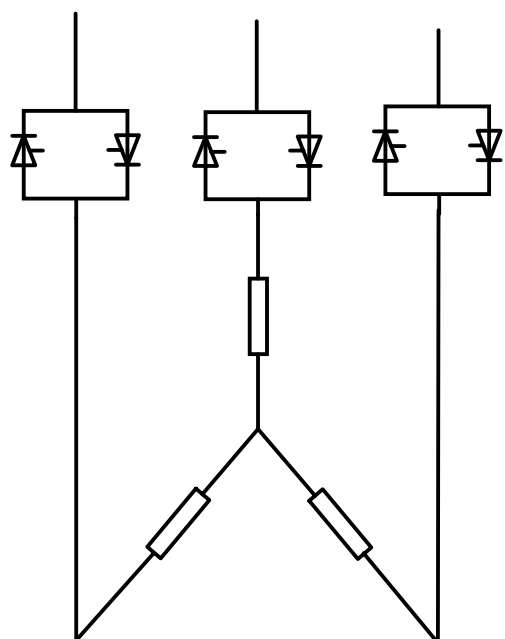
For example:

- automatic (by pilot switch or sequence control);
- non-automatic (that is push-buttons);
- semi-automatic (that is partly automatic, partly non-automatic).

### **5.2.5.3 Method of connecting**

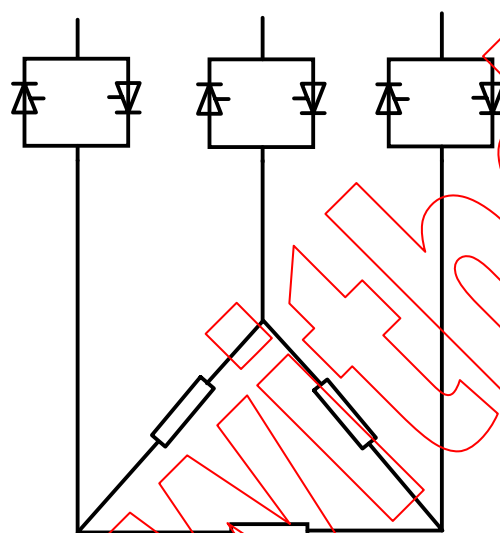
For example (see figure 2):

- load in star, thyristors connected between load and supply;
- load in delta, thyristors connected between load and supply;
- single-phase load, thyristors connected between load and supply.



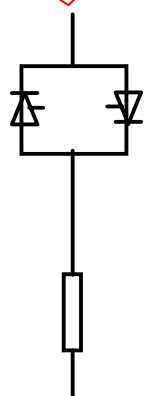
IEC 1209/99

Figure 2a – Charge en étoile  
Thyristors entre charge et  
alimentation



IEC 1210/99

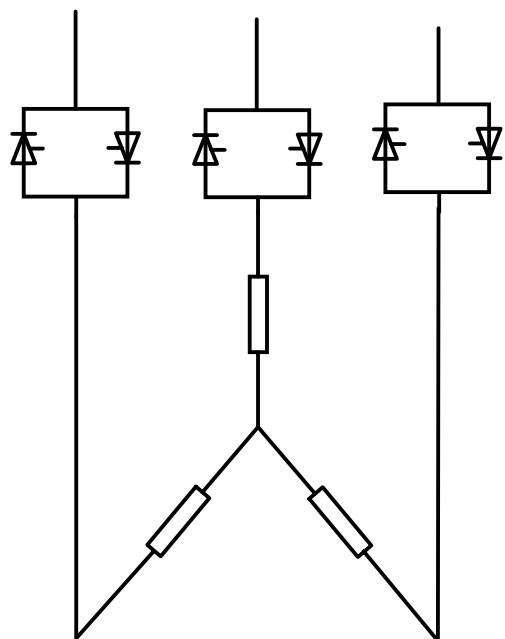
Figure 2b – Charge en triangle  
Thyristors entre charge et  
alimentation



IEC 1211/99

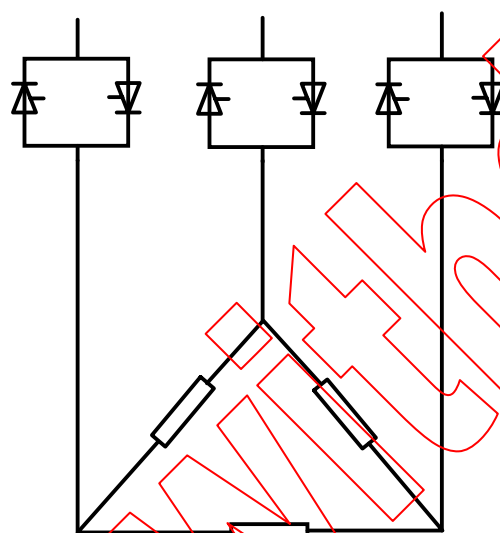
Figure 2c – Charge monophasée  
Thyristors entre charge et  
alimentation

Figure 2 – Méthodes de connexion



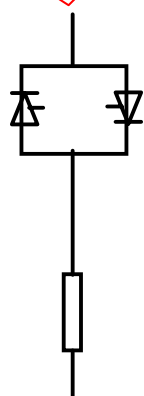
IEC 1209/99

**Figure 2a – Load in star**  
Thyristors between load and supply



IEC 1210/99

**Figure 2b – Load in delta**  
Thyristors between load and supply



IEC 1211/99

**Figure 2c – Single-phase load**  
Thyristors between load and supply

**Figure 2 – Methods of connecting**

### 5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

Les valeurs assignées et les valeurs limites relatives aux gradateurs et aux contacteurs doivent être indiquées conformément aux paragraphes 5.3.1 à 5.3.6, mais il peut ne pas être nécessaire de confirmer toutes les valeurs énumérées par des essais.

#### 5.3.1 Tensions assignées

Un gradateur est défini par les tensions assignées suivantes.

##### 5.3.1.1 Tension assignée d'emploi ( $U_e$ )

Le paragraphe 4.3.1.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

##### 5.3.1.2 Tension assignée d'isolement ( $U_i$ )

Le paragraphe 4.3.1.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

##### 5.3.1.3 Tension assignée de tenue aux chocs ( $U_{imp}$ )

Le paragraphe 4.3.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

#### 5.3.2 Courants

Un gradateur est défini par les courants suivants.

##### 5.3.2.1 Courant thermique conventionnel à l'air libre ( $I_{th}$ )

Le paragraphe 4.3.2.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

##### 5.3.2.2 Courant thermique conventionnel sous enveloppe ( $I_{the}$ )

Le paragraphe 4.3.2.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

##### 5.3.2.3 Courant assigné d'emploi ( $I_e$ )

Le courant assigné d'emploi  $I_e$  des gradateurs et des contacteurs est le courant normal de fonctionnement lorsque l'appareil est à l'état de pleine conduction, et tient compte de la tension assignée d'emploi (voir 5.3.1.1), de la fréquence assignée (voir 5.3.3), du service assigné (voir 5.3.4), de la catégorie d'emploi (voir 5.4), des caractéristiques de surcharge (voir 5.3.5 et du type d'enveloppe de protection, s'il y a lieu.

##### 5.3.2.4 Courant assigné ininterrompu ( $I_u$ )

Le paragraphe 4.3.2.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

#### 5.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 4.3.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

#### 5.3.4 Service assigné

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants.

### 5.3 Rated and limiting values for main circuits

The rated and limiting values established for controllers and contactors shall be stated in accordance with 5.3.1 to 5.3.6, but it may not be necessary to establish all applicable values by tests.

#### 5.3.1 Rated voltages

A controller is defined by the following rated voltages.

##### 5.3.1.1 Rated operational voltage ( $U_e$ )

Subclause 4.3.1.1 of IEC 60947-1 applies.

##### 5.3.1.2 Rated insulation voltage ( $U_i$ )

Subclause 4.3.1.2 of IEC 60947-1 applies.

##### 5.3.1.3 Rated impulse withstand voltage ( $U_{imp}$ )

Subclause 4.3.1.3 of IEC 60947-1 applies.

#### 5.3.2 Currents

A controller is defined by the following currents.

##### 5.3.2.1 Conventional free air thermal current ( $I_{th}$ )

Subclause 4.3.2.1 of IEC 60947-1 applies.

##### 5.3.2.2 Conventional enclosed thermal current ( $I_{the}$ )

Subclause 4.3.2.2 of IEC 60947-1 applies.

##### 5.3.2.3 Rated operational current ( $I_e$ )

The rated operational current,  $I_e$ , of controllers and contactors is the normal operating current when the device is in the FULL-ON state and takes into account the rated operational voltage (see 5.3.1.1), the rated frequency (see 5.3.3), the rated duty (see 5.3.4), the utilization category (see 5.4), the overload characteristics (see 5.3.5) and the type of protective enclosure, if any.

##### 5.3.2.4 Rated uninterrupted current ( $I_u$ )

Subclause 4.3.2.4 of IEC 60947-1 applies.

#### 5.3.3 Rated frequency

Subclause 4.3.3 of IEC 60947-1 applies.

#### 5.3.4 Rated duty

The rated duties considered as normal are as follows.

#### 5.3.4.1 Service de 8 h

Service dans lequel le gradateur reste à l'état passant tout en étant parcouru par un courant constant pendant une durée assez longue pour atteindre l'équilibre thermique, mais ne dépassant pas 8 h sans interruption.

#### 5.3.4.2 Service ininterrompu

Service dans lequel le gradateur reste en l'état passant tout en étant parcouru par un courant constant sans interruption pendant des durées supérieures à 8 h (des semaines, des mois ou même des années).

#### 5.3.4.3 Service intermittent périodique ou service intermittent

Le paragraphe 4.3.4.3 de la CEI 60947-1 s'applique en modifiant comme suit le premier alinéa:

«Service comportant des périodes de fonctionnement en charge au cours desquelles le gradateur reste à l'état de pleine conduction (ou à l'état de charge contrôlée) et dont la relation avec les durées à vide est définie, chacune de ces durées étant trop courte pour permettre au matériel d'atteindre l'équilibre thermique.»

#### 5.3.4.4 Service temporaire

Service dans lequel le gradateur à semiconducteurs reste à l'état de pleine conduction (ou à l'état de charge contrôlée) pendant des durées insuffisantes pour permettre au matériel d'atteindre l'équilibre thermique, les durées de fonctionnement en charge étant séparées par des durées à vide suffisantes pour rétablir l'égalité de la température avec celle du milieu de refroidissement. Les valeurs normalisées du service temporaire sont:

30 s, 1 min, 3 min, 10 min, 30 min, 60 min et 90 min.

#### 5.3.4.5 Service périodique

Le paragraphe 4.3.4.5 de la CEI 60947-1 s'applique.

#### 5.3.4.6 Valeurs et symboles du cycle de service

Dans le cadre de la présente norme, le cycle de service est exprimé par deux symboles,  $F$  et  $S$ . Ceux-ci décrivent le service et fixent aussi le délai de refroidissement à prévoir.

$F$  est le rapport de la durée en charge à la durée totale, exprimé par un pourcentage.

Les valeurs préférentielles de  $F$  sont:

$F = 1 \%, 5 \%, 15 \%, 25 \%, 40 \%, 50 \%, 60 \%, 70 \%, 80 \%, 90 \%, 99 \%$ .

$S$  est le nombre de cycles de manœuvres par heure. Les valeurs préférentielles de  $S$  sont:

$S = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60$  cycles de manœuvres par heure.

NOTE – D'autres valeurs de  $F$  et/ou de  $S$  peuvent être déclarées par le constructeur.

### 5.3.5 Caractéristiques en conditions normales de charge et de surcharge

Le paragraphe 4.3.5 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

#### 5.3.4.1 Eight-hour duty

A duty in which the controller remains in the FULL-ON state while carrying a steady current long enough for the equipment to reach thermal equilibrium but not for more than 8 h, without interruption.

#### 5.3.4.2 Uninterrupted duty

A duty in which the controller remains in the FULL-ON state while carrying a steady current without interruption for periods of more than 8 h (weeks, months, or even years).

#### 5.3.4.3 Intermittent periodic duty or intermittent duty

Subclause 4.3.4.3 of IEC 60947-1 applies except that the first paragraph is changed to read:

"A duty with on-load periods in which the controller remains in the FULL-ON state (or load control state), having a definite relation to off-load periods, both periods being too short to allow the equipment to reach thermal equilibrium."

#### 5.3.4.4 Temporary duty

Duty in which the semiconductor controller remains in the FULL-ON state (or load control state) for periods of time insufficient to allow the equipment to reach thermal equilibrium, the current-carrying periods being separated by no-load periods of sufficient duration to restore equality of temperature with the cooling medium. Standard values of temporary duty are:

30 s, 1 min, 3 min, 10 min, 30 min, 60 min and 90 min.

#### 5.3.4.5 Periodic duty

Subclause 4.3.4.5 of IEC 60947-1 applies.

#### 5.3.4.6 Duty cycle values and symbols

For the purpose of this standard, the duty cycle is expressed by two symbols,  $F$  and  $S$ . This describes the duty and also sets the time that must be allowed for cooling.

$F$  is the ratio of the on-load period to the total period, expressed as a percentage.

The preferred values of  $F$  are:

$F = 1\%, 5\%, 15\%, 25\%, 40\%, 50\%, 60\%, 70\%, 80\%, 90\%, 99\%$ .

$S$  is the number of operating cycles per hour. The preferred values of  $S$  are:

$S = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 20, 30, 40, 50, 60$  operating cycles per hour.

NOTE – Other values of  $F$  and/or  $S$  may be declared by the manufacturer.

#### 5.3.5 Normal load and overload characteristics

Subclause 4.3.5 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

### 5.3.5.1 Profil du courant de surcharge

Le profil du courant de surcharge donne les coordonnées temps/courant pour les courants de surcharge contrôlés. Il est exprimé par deux symboles  $X$  et  $T_x$ .

$X$  exprime le courant de surcharge comme un multiple de  $I_e$  choisi parmi la gamme de valeurs du tableau 4 et représente la valeur maximale du courant de fonctionnement dans des conditions de surcharge.

Des surintensités voulues ne dépassant pas dix cycles de la fréquence du réseau qui peuvent dépasser les valeurs déclarées de  $X \cdot I_e$  sont négligées pour le profil de courant de surcharge.

$T_x$  exprime la somme des durées des courants de surcharge de fonctionnement au cours de la fonction de commutation (par exemple éléments de préchauffage des lampes à vapeurs métalliques) la commande de charge et le fonctionnement en régime établi. Voir tableau 4.

### 5.3.5.2 Aptitude au fonctionnement

L'aptitude au fonctionnement exprime les aptitudes combinées

- de commutation du courant et de tenue au courant à l'état passant, et
- d'établissement et de maintien à l'état bloqué (blocage),

sous pleine tension dans des conditions de charge normale et de surcharge correspondant à la catégorie d'emploi, au profil de courant de surcharge et aux cycles de service spécifiés.

L'aptitude au fonctionnement est caractérisée par

- la tension assignée d'emploi (voir 5.3.1.1);
- le courant assigné d'emploi (voir 5.3.2.3);
- le service assigné (voir 5.3.4);
- le profil du courant de surcharge (voir 5.3.5.1);
- la catégorie d'emploi (voir 5.4).

Les prescriptions sont données en 8.2.4.1.

### 5.3.5.3 Caractéristiques de commutation, de rampe croissante, de rampe décroissante et de commande de charge

Les conditions représentatives de service des gradateurs et des contacteurs sont décrites à l'annexe B.

### 5.3.6 Courant assigné de court-circuit conditionnel

Le paragraphe 4.3.6.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

## 5.4 Catégories d'emploi

Le paragraphe 4.4 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Pour les gradateurs et les contacteurs, les catégories d'emploi énumérées au tableau 2 sont considérées comme normales. Tout autre type d'emploi doit reposer sur un accord entre le constructeur et l'utilisateur, mais les informations données dans le catalogue ou la soumission du constructeur peuvent constituer un tel accord.

### 5.3.5.1 Overload current profile

The overload current profile gives the current/time coordinates for the controlled overload current. It is expressed by two symbols,  $X$  and  $T_x$ .

$X$  denotes the overload current as a multiple of  $I_e$  selected from the array of values in table 4 and represents the maximum value of operating current under operational overload conditions.

Deliberate overcurrents not exceeding ten cycles of the power-line frequency which may exceed the stated value of  $X \cdot I_e$  are disregarded for the overload current profile.

$T_x$  denotes the sum of duration times for the operational overload currents during the switching function (for example pre-heater elements of metal vapour lamps) load control and steady-state operating. See table 4.

### 5.3.5.2 Operating capability

Operating capability represents the combined capabilities of

- current commutation and current carrying in the ON-state, and
- establishing and sustaining the OFF-state (blocking),

at full voltage under normal load and overload conditions in accordance with utilization category, overload current profile and specified duty cycles.

Operating capability is characterized by

- rated operational voltage (see 5.3.1.1);
- rated operational current (see 5.3.2.3);
- rated duty (see 5.3.4);
- overload current profile (see 5.3.5.1);
- utilization category (see 5.4).

Requirements are given in 8.2.4.1.

### 5.3.5.3 Switch-on, ramp-up, ramp-down and load control characteristics

Typical service conditions for controllers and contactors are described in annex B.

### 5.3.6 Rated conditional short-circuit current

Subclause 4.3.6.4 of IEC 60947-1 applies.

## 5.4 Utilization category

Subclause 4.4 of IEC 60947-1 applies with the following addition.

For controllers and contactors the utilization categories as given in table 2 are considered standard. Any other type of utilization shall be based on agreement between manufacturer and user, but information given in the manufacturer's catalogue or tender may constitute such an agreement.

Chaque catégorie d'emploi (voir tableau 2) est caractérisée par les valeurs des courants, des tensions, des facteurs de puissance et des autres données des tableaux 3, 4, 5 et 6 ainsi que par les conditions d'essai spécifiées dans la présente norme.

Le premier symbole d'identification de la catégorie d'emploi désigne un gradateur (ou un gradateur ou démarreur à semiconducteurs de moteur – voir la CEI 60947-4-2).

Le deuxième symbole désigne une application typique. Dans le cas, respectivement de AC-55 et AC-56, les suffixes «a» ou «b» servent à définir l'application de façon plus précise.

NOTE – Par opposition à la convention utilisée dans la CEI 60947-4-2 pour les démarreurs et gradateurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif, ces suffixes ne font pas référence à l'utilisation d'un appareil de connexion de court-circuitage.

#### 5.4.1 Attribution des caractéristiques assignées suivant les résultats d'essais

Un contacteur à semiconducteurs donné auquel a été attribuée une catégorie d'emploi vérifiée par des essais peut se voir assigner d'autres caractéristiques sans essai complémentaire pourvu que

- le courant et la tension assignée d'emploi, vérifiés par des essais, ne soient pas inférieurs aux caractéristiques assignées sans essai;
- les prescriptions relatives à la catégorie d'emploi et au cycle de service pour la caractéristique assignée par essai doivent être égales à ou plus sévères que celles à assigner sans essai; les niveaux correspondants de sévérité figurent au tableau 3;
- le profil du courant de surcharge pour la caractéristique assignée par essai doit être égal ou plus sévère que celui correspondant à la caractéristique à assigner sans essai, en correspondance avec les niveaux de sévérité relatifs du tableau 3. Seules les valeurs de X inférieures à celles essayées peuvent être assignées sans essai.

**Tableau 2 – Catégories d'emploi**

| Catégorie d'emploi                                                                                                                                                                                                                                  | Application typique                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| AC-51                                                                                                                                                                                                                                               | Charges non inductives ou faiblement inductives, résistance de four |
| AC-55a                                                                                                                                                                                                                                              | Commutation de lampes à décharge électrique                         |
| AC-55b                                                                                                                                                                                                                                              | Commutation de lampes à incandescence                               |
| AC-56a                                                                                                                                                                                                                                              | Commutation de transformateurs                                      |
| AC-56b                                                                                                                                                                                                                                              | Commutation de batteries de condensateurs                           |
| NOTE 1 – Un dispositif de court-circuitage du gradateur à semiconducteurs après obtention de la condition de pleine conduction peut être fourni. Celui-ci peut faire partie intégrante du contacteur à semiconducteurs ou être installé séparément. |                                                                     |
| NOTE 2 – Lorsque la catégorie d'emploi s'applique seulement en utilisant le court-circuitage comme décrit à la note 1 ci-dessus, ceci doit alors être déclaré par le constructeur. Voir 6.1.                                                        |                                                                     |

Each utilization category (see table 2) is characterized by the values of the currents, voltages, power-factors and other data of tables 3, 4, 5 and 6 and by the test conditions specified in this standard.

The first digit of the utilization category identification designates a controller (or a semiconductor motor controller or starter – see IEC 60947-4-2).

The second digit designates a typical application. In the case of AC-55 and AC-56 respectively, the a- or b-suffix serves to define the application more closely.

NOTE – As opposed to the convention used in IEC 60947-4-2 for a.c. semiconductor motor controllers and starters, these suffixes do not refer to the use of a bypass switching device.

#### 5.4.1 Assignment of ratings based on the results of tests

A designated semiconductor contactor with a rating for one utilization category which has been verified by testing can be assigned other ratings without testing provided that

- the rated operational current and voltage that are verified by testing shall not be less than the ratings that are to be assigned without testing;
- the utilization category and duty cycle requirements for the tested rating shall be equal to or more severe than the rating that is to be assigned without testing; the relative levels of severity are given in table 3;
- the overload current profile for the tested rating shall be equal to or more severe than the rating that is to be assigned without testing, in accordance with the relative levels of severity in table 3. Only values of  $X$  lower than the tested value of  $X$  may be assigned without testing.

**Table 2 – Utilization categories**

| Utilization category                                                                                                                                                                                 | Typical application                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| AC-51                                                                                                                                                                                                | Non-inductive or slightly inductive loads, resistance furnaces |
| AC-55a                                                                                                                                                                                               | Switching of electric discharge lamp controls                  |
| AC-55b                                                                                                                                                                                               | Switching of incandescent lamps                                |
| AC-56a                                                                                                                                                                                               | Switching of transformers                                      |
| AC-56b                                                                                                                                                                                               | Switching of capacitor banks                                   |
| NOTE 1 – A means of bypassing the semiconductor controller after attainment of the FULL-ON condition may be provided. This may be integral with the semiconductor contactor or installed separately. |                                                                |
| NOTE 2 – If the utilization category applies only in conjunction with the use of a bypass as described in note 1 above, then this must be stated by the manufacturer. See 6.1.                       |                                                                |

**Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs**

| Niveau de sévérité                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Catégorie d'emploi                                                               | Profil de courant de surcharge                       | Prescriptions temps état passant / état bloqué       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Le plus sévère                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | AC-51<br>AC-55a<br>AC-55b<br>AC-56a<br>AC-56b<br>pour tous sans court-circuitage | Plus grande valeur de $(X I_e)^2 \cdot T_x$ (note 1) | Plus grande valeur de $F \cdot S$ (note 2)           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | AC-55a seulement avec court-circuitage                                           | Plus grande valeur de $(X I_e)^2 \cdot T_x$ (note 1) | Plus petite valeur de temps à l'état bloqué (note 3) |
| <p>NOTE 1 – Lorsque la valeur maximale de <math>(X I_e)^2 \cdot T_x</math> survient pour plus d'une valeur de <math>X I_e</math>, la plus grande valeur <math>X I_e</math> s'applique.</p> <p>NOTE 2 – Lorsque la valeur maximale de <math>F \cdot S</math> survient pour plus d'une valeur de <math>S</math>, la plus grande valeur de <math>S</math> s'applique.</p> <p>NOTE 3 – Lorsque la valeur maximale de <math>(X I)^2 \cdot T</math> survient pour plus d'une valeur de la durée à l'état bloqué, la valeur minimale de la durée à l'état bloqué s'applique.</p> |                                                                                  |                                                      |                                                      |

## 5.5 Circuits de commande

Le paragraphe 4.5.1 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Se référer à l'annexe G pour les exemples et les illustrations. Les caractéristiques des circuits électroniques de commandes sont:

- type de courant;
- puissance consommée;
- fréquence assignée (ou courant continu);
- tension du circuit de commande  $U_c$  (nature: alternatif ou continu);
- tension assignée d'alimentation du circuit de commande,  $U_s$  (nature: alternatif ou continu);
- nature des dispositifs du circuit de contrôle (contacts, capteurs).

NOTE – Une distinction est faite entre la tension du circuit de commande  $U_c$ , qui est le signal de commande d'entrée, et la tension d'alimentation du circuit de commande,  $U_s$ , qui est la tension à appliquer pour alimenter les bornes d'alimentation de l'équipement du circuit de commande et qui peut être différente de  $U_c$  de par la présence de transformateurs, de redresseurs, de résistances incorporés, etc.

## 5.6 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Les circuits électroniques auxiliaires remplissent des fonctions utiles (par exemple surveillance, acquisition de données, etc.) qui ne relèvent pas nécessairement des processus directs d'obtention des caractéristiques.