

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-4-2

Deuxième édition
Second edition
1999-12

Appareillage à basse tension –

Partie 4-2:

**Contacteurs et démarreurs de moteurs –
Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs
de moteurs à courant alternatif**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 4-2:

**Contactors and motor-starters –
AC semiconductor motor controllers
and starters**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60947-4-2:1999

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**

60947-4-2

Deuxième édition
Second edition
1999-12

Appareillage à basse tension –

Partie 4-2:

**Contacteurs et démarreurs de moteurs –
Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs
de moteurs à courant alternatif**

Low-voltage switchgear and controlgear –

Part 4-2:

**Contactors and motor-starters –
AC semiconductor motor controllers
and starters**

© 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 IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XC

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application et objet	12
2 Références normatives	14
3 Définitions.....	16
3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif	16
3.2 Définitions relatives à la CEM	28
4 Classification	30
5 Caractéristiques des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif.....	30
5.1 Énumération des caractéristiques	30
5.2 Type du matériel.....	30
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux.....	32
5.4 Catégories d'emploi	44
5.5 Circuits de commande	46
5.6 Circuits auxiliaires	48
5.7 Caractéristiques des relais et déclencheurs (relais de surcharge).....	48
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)..	48
5.9 Surtensions de manoeuvre	48
6 Informations sur le matériel.....	48
6.1 Nature des informations.....	48
6.2 Marquage.....	50
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien.....	52
7 Conditions normales de service, de montage et de transport.....	52
7.1 Conditions normales de service	52
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage.....	54
7.3 Montage	54
7.4 Perturbations du réseau électrique et influences.....	54
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement.....	54
8.1 Dispositions constructives.....	54
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement	56
8.3 Prescriptions concernant la CEM	72
9 Essais.....	80
9.1 Nature des essais	80
9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction	82
9.3 Conformité aux prescriptions relatives au fonctionnement.....	82
9.4 Essais spéciaux	114

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope and object	13
2 Normative references	15
3 Definitions	17
3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor motor control devices	17
3.2 EMC definitions	29
4 Classification	31
5 Characteristics of a.c. semiconductor motor controllers and starters	31
5.1 Summary of characteristics	31
5.2 Type of equipment	31
5.3 Rated and limiting values for main circuits	33
5.4 Utilization category	45
5.5 Control circuits	47
5.6 Auxiliary circuits	49
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)	49
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)	49
5.9 Switching overvoltages	49
6 Product information	49
6.1 Nature of information	49
6.2 Marking	51
6.3 Instructions for installation, operation, and maintenance	53
7 Normal service, mounting and transport conditions	53
7.1 Normal service conditions	53
7.2 Conditions during transport and storage	55
7.3 Mounting	55
7.4 Electrical system disturbances and influences	55
8 Constructional and performance requirements	55
8.1 Constructional requirements	55
8.2 Performance requirements	57
8.3 EMC requirements	73
9 Tests	81
9.1 Kinds of tests	81
9.2 Compliance with constructional requirements	83
9.3 Compliance with performance requirements	83
9.4 Special tests	115

	Pages
Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes	116
Annexe B (normative) Relais ou déclencheurs de surcharge	122
Annexe C (normative) Sélectivité entre les dispositifs de protection contre les surcharges et les DPCC.....	132
Annexe D (normative) Prescriptions d'essai d'émission rayonnée.....	136
Annexe E (informative) Méthode de conversion des limites d'émission rayonnée du CISPR 11 en puissance transmise équivalente.....	140
Annexe F (informative) Aptitude au fonctionnement	142
Annexe G (informative) Exemples de configuration de circuits de commande.....	148
Annexe H (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.....	152
Bibliographie	154
Tableau 1 – Fonctions possibles des appareils à semiconducteurs de commande de moteur.....	22
Tableau 2 – Catégorie d'emploi	46
Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs.....	46
Tableau 4 – Durée minimale (T_X) de tenue au courant de surcharge en fonction du rapport (X) du courant de surcharge et de la classe de déclenchement du relais de surcharge	64
Tableau 5 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique.....	66
Tableau 6 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de la tenue aux surcharges.....	68
Tableau 7 – Prescriptions minimales et conditions d'essai pour le fonctionnement avec une charge constituée par un moteur à induction	68
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 des gradateurs hybrides de moteur H1, H2 et H3	70
Tableau 9 – Essai de fonctionnement conventionnel d'établissement et de coupure en service selon les catégories d'emploi pour les dispositifs mécaniques de connexion des gradateurs hybrides de moteurs H1B, H2B et H3B.....	70
Tableau 10 – Critère d'acceptation ou de fonctionnement en présence de perturbations électromagnétiques.....	78
Tableau 11 – Spécification d'essai pour la stabilité thermique	92
Tableau 12 – Conditions de température initiale du boîtier	94
Tableau 13 – Spécification d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation ...	98
Tableau 14 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites à fréquences radio.....	108
Tableau 15 – Limites d'essai d'émissions rayonnées	110
Tableau 16 – Creux de tension et microcoupures	112
Tableau A.1 – Marquage des bornes des circuits principaux.....	116
Tableau B.1 – Classes de déclenchement des relais de surcharges	124
Tableau B.2 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge alimentés sur tous leurs pôles.....	128
Tableau B.3 – Limites de fonctionnement des relais tripolaires de surcharge alimentés sur deux pôles seulement.....	128

	Page
Annex A (normative) Marking and identification of terminals.....	117
Annex B (normative) Overload relays or releases.....	123
Annex C (normative) Discrimination between overload protective devices and SCPDs.....	133
Annex D (normative) Requirements for radiated emission testing.....	137
Annex E (informative) Method of converting CISPR 11 radiated emission limits to transmitted power equivalents.....	141
Annex F (informative) Operating capability.....	143
Annex G (informative) Examples of control circuit configurations.....	149
Annex H (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user.....	153
Bibliography.....	155
Table 1 – Functional possibilities of semiconductor motor control devices.....	23
Table 2 – Utilization categories.....	47
Table 3 – Relative levels of severity.....	47
Table 4 – Minimum overload current withstand time (T_x) in relation to overload current ratio (X) and corresponding to overload relay trip class.....	65
Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions.....	67
Table 6 – Minimum requirements for overload capability test conditions.....	69
Table 7 – Minimum requirements and conditions for performance testing with an induction motor load.....	69
Table 8 – Making and breaking capacity test; making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid motor controllers H1, H2, H3.....	71
Table 9 – Conventional operational performance making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid motor controllers H1B, H2B, H3B.....	71
Table 10 – Specific acceptance or performance criteria when EM disturbances are present.....	79
Table 11 – Thermal stability test specifications.....	93
Table 12 – Initial case temperature requirements.....	95
Table 13 – Blocking and commutating capability test specifications.....	99
Table 14 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission.....	109
Table 15 – Radiated emissions test limits.....	111
Table 16 – Voltage dips and short-time interruption test.....	113
Table A.1 – Main circuit terminal markings.....	117
Table B.1 – Trip classes of overload relays.....	125
Table B.2 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles.....	129
Table B.3 – Limits of operation of three-pole overload relays when energized on two poles only.....	129

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-2: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 les 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, spécifications techniques, 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 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 60947-4-2 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Cette deuxième édition de la CEI 60947-4-2 annule et remplace la première édition parue en 1995, l'amendement 1 (1997) et l'amendement 2 (1998). Elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu de la première édition, de l'amendement 1, de l'amendement 2 et des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/998/FDIS	17B/1012/RVD

Le rapport de vote indiqué 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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

**Part 4-2: Contactors and motor-starters –
AC semiconductor motor controllers and starters**

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 specifications, 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 60947-4-2 has been prepared by subcommittee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

This second edition of IEC 60947-4-2 cancels and replaces the first edition published in 1995, amendment 1 (1997) and amendment 2 (1998). It constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the first edition, amendments 1 and 2 and the following documents:

FDIS	Report on voting
17B/998/FDIS	17B/1012/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

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

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

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2000. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-2:1999

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

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

The committee has decided that this publication remains valid until 2000. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

Withdrawn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-2:1999

INTRODUCTION

La présente norme concerne les gradateurs et les démarreurs basse tension à semi-conducteurs de moteur à courant alternatif qui ont de nombreuses possibilités et des caractéristiques au-delà de la simple manoeuvre de démarrage et d'arrêt d'un moteur à induction, telles que la commande du démarrage et de l'arrêt, la marche par impulsions et la commande du fonctionnement à vitesse normale.

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 démarreur est utilisé chaque fois que les conséquences de la commande des éléments de commutation de puissance à semiconducteurs associés aux dispositifs adaptés de protection contre les surcharges représentent l'intérêt essentiel. Les désignations spécifiques (par exemple variante 1, HxB, etc.) sont utilisées chaque fois que les caractéristiques spécifiques de ces différentes configurations représentent l'intérêt essentiel.

Les dispositions de la CEI 60947-1, Règles Générales, 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 ainsi applicables sont identifiés par référence à la première partie, par exemple paragraphe 1.2.3 de la CEI 60947-1, tableau 4 de la CEI 60947-1 ou annexe A de la CEI 60947-1.

INTRODUCTION

This standard covers low-voltage a.c. semiconductor motor controllers and starters, that have many capabilities and features beyond the simple starting and stopping of an induction motor, such as controlled starting and stopping, manoeuvring and controlled running.

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, starter, is used wherever the consequences of operating the power semiconductor switching elements, together with suitable overload protective means are the most significant points of interest. Specific designations (for example form 1, form HxB, etc.) are used wherever the unique features of various configurations comprise significant points of interest.

The provisions of IEC 60947-1, General Rules, 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 subclause 1.2.3 of IEC 60947-1, table 4 of IEC 60947-1 or annex A of IEC 60947-1.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION –

Partie 4-2: Contacteurs et démarreurs de moteurs – Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs à courant alternatif

1 Domaine d'application et objet

La présente norme est applicable aux gradateurs et démarreurs, qui peuvent comprendre en série des appareils mécaniques de connexion, destinés à être reliés à des circuits dont la tension assignée ne dépasse pas 1 000 V en courant alternatif.

La présente norme définit les caractéristiques des gradateurs et démarreurs destinés à être utilisés avec ou sans appareil de connexion en parallèle.

Les gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur couverts par la présente norme ne sont normalement pas prévus pour interrompre des courants de court-circuit. En conséquence une protection adaptée contre les courts-circuits (voir 8.2.5) doit faire partie de l'installation, et pas nécessairement du gradateur ou du démarreur.

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

La présente norme n'est pas applicable:

- au fonctionnement continu des moteurs pour courant alternatif à des vitesses de moteur autres que leur vitesse normale;
- au matériel à semiconducteur comprenant des contacteurs à semiconducteur (voir 2.2.13 de la CEI 60947-1) commandant les charges autres que des moteurs;
- aux convertisseurs électroniques de puissance pour courant alternatif couverts par la CEI 60146.

Il convient que les contacteurs et les dispositifs de commande de circuits utilisés dans les gradateurs et démarreurs soient conformes aux prescriptions de leur propre norme de produit. Lors de l'emploi d'appareils de connexion mécaniques, il convient que ceux-ci satisfassent aux prescriptions de leur propre norme CEI et aux prescriptions complémentaires de la présente norme.

L'objet de la présente norme est de fixer:

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

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

Part 4-2: Contactors and motor-starters – AC semiconductor motor controllers and starters

1 Scope and object

This standard applies to controllers and starters, which may include a series mechanical switching device, intended to be connected to circuits, the rated voltage of which does not exceed 1 000 V a.c.

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

Controllers and starters dealt with in this standard are not normally designed 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 or starter.

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

This standard does not apply to:

- continuous operation of a.c. motors at motor speeds other than the normal speed;
- semiconductor equipment, including semiconductor contactors (see 2.2.13 of IEC 60947-1) controlling non-motor loads;
- electronic a.c. power controllers covered by IEC 60146.

Contactors and control circuit devices used in controllers and starters 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 as follows:

- the characteristics of controllers and starters and associated equipment;
- the conditions with which controllers and starters shall comply with reference to:
 - a) their operation and behaviour;
 - b) their dielectric properties;
 - c) the degrees of protection provided by their enclosures where applicable;
 - d) their construction;
- the tests intended for confirming that these conditions have been met, and the methods to be adopted for these tests;
- the information to be given with the equipment, or in the manufacturer's literature.

2 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 60034-1:1996, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*¹⁾

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/TR3 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 ≤ 16 A par phase)*²⁾

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*³⁾

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

¹⁾ Il existe une édition consolidée 10.2 (1999) qui comprend la CEI 60034-1 (1996) ainsi que l'amendement 1 (1997) et l'amendement 2 (1999).

²⁾ Il existe une édition consolidée 1.2 (1998) qui comprend la CEI 61000-3-2 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1997) et l'amendement 2 (1998).

³⁾ Il existe une édition consolidée 1.1 (1999) qui comprend la CEI 61000-4-2 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1998).

⁴⁾ Il existe une édition consolidée 1.1 (1998) qui comprend la CEI 61000-4-3 (1995) ainsi que l'amendement 1 (1998).

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 60034-1:1996, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*¹⁾

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161 – Electro-magnetic 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/TR3 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 ≤ 16 A per phase)*²⁾

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication*³⁾

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

¹⁾ There exists a consolidated edition 10.2 (1999) that includes IEC 60034-1 (1996), its amendment 1 (1997) and amendment 2 (1999).

²⁾ There exists a consolidated edition 1.2 (1998) that includes IEC 61000-3-2 (1995), its amendment 1 (1997) and amendment 2 (1998).

³⁾ There exists a consolidated edition 1.1 (1999) that includes IEC 61000-4-2 (1995) and its amendment 1 (1998).

⁴⁾ There exists a consolidated edition 1.1 (1998) that includes IEC 61000-4-3 (1995) and its amendment 1 (1998).

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: Essai 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 mesure⁵⁾*

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

CISPR 14-2:1993, *Compatibilité électromagnétique – Exigences pour les appareils électro-domestiques, outillages électriques et appareils analogues – Partie 2: Immunité – Norme de famille de produits*

3 Définitions

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

3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif

3.1.1 Gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif (voir figure 1)

3.1.1.1 gradateur à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif

appareil de connexion à semiconducteurs (voir 2.2.3 de la CEI 60947-1) qui assure la fonction de démarrage pour un moteur à courant alternatif et fournit un état bloqué

NOTE Etant donné les niveaux dangereux des courants de fuite (voir 3.1.13) pouvant exister dans un gradateur à semiconducteurs de moteur à l'état bloqué, il convient que les bornes de puissance soient en permanence considérées comme étant sous tension.

⁵⁾ Il existe une édition consolidée 3.1 (1999) qui comprend la CISPR 11 (1997) ainsi que l'amendement 1 (1999).

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 radio-frequency fields*

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

CISPR 11:1997, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*⁵⁾

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

CISPR 14-2:1993, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electrical tools and similar apparatus – Part 2: Immunity – Product family standard*

3 Definitions

For the purposes of this standard, relevant definitions of clause 2 of IEC 60947-1 and the following additional definitions apply.

3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor motor control devices

3.1.1 AC semiconductor motor controllers and starters (see figure 1)

3.1.1.1

a.c. semiconductor motor controller

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

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

⁵⁾ There exists a consolidated edition 3.1 (1999) that includes CISPR 11 (1997) and its amendment 1 (1999).

3.1.1.1.1

gradateur à semiconducteurs de moteur (variante 1)

gradateur à semiconducteur de moteur à courant alternatif dans lequel la fonction de démarrage peut comprendre toute méthode de démarrage spécifiée par le constructeur et qui fournit les fonctions de commande pouvant inclure toute combinaison de manoeuvre par impulsion, d'accélération contrôlée, de marche à vitesse normale ou de décélération contrôlée d'un moteur pour courant alternatif. Une pleine conduction peut également être fournie

3.1.1.1.2

gradateur à semiconducteurs de moteur pour démarrage progressif (variante 2)

variante spéciale de gradateur à semiconducteur de moteur où la fonction de démarrage est limitée à une variation de tension et/ou de courant en rampe pouvant comprendre l'accélération contrôlée, et où la fonction supplémentaire de commande est limitée à la pleine conduction

3.1.1.1.3

gradateur à semiconducteurs de moteur pour démarrage direct (DOL) (variante 3)

variante spéciale de gradateur à semiconducteur de moteur à courant alternatif dont la fonction de démarrage est limitée à une méthode de démarrage appliquant la pleine tension sans rampe, et où la fonction supplémentaire de commande est limitée à la pleine conduction

3.1.1.2

démarrreur à semiconducteur de moteur (variante 1, variante 2, variante 3)

gradateur à semiconducteur de moteur à courant alternatif doté d'un dispositif approprié de protection contre les surcharges dont les caractéristiques sont assignées comme pour un appareil

3.1.1.1.1**semiconductor motor controller (form 1)**

a.c. semiconductor motor controller, in which the starting function may comprise any starting method specified by the manufacturer, and that provides control functions which may include any combination of manoeuvring, controlled acceleration, running or controlled deceleration of an a.c. motor. A FULL-ON state may also be provided

3.1.1.1.2**semiconductor soft-start motor controller (form 2)**

special form of a.c. semiconductor motor controller, in which the starting function is limited to a voltage and/or current ramp which may include controlled acceleration, and where the additional control function is limited to providing FULL-ON

3.1.1.1.3**semiconductor direct on line (DOL) motor controller (form 3)**

special form of a.c. semiconductor motor controller, in which the starting function is limited to a full-voltage, unramped starting method only, and where the additional control function is limited to providing FULL-ON

3.1.1.2**semiconductor motor starter (form 1, form 2, form 3)**

a.c. semiconductor motor controller with suitable overload protection, rated as a unit

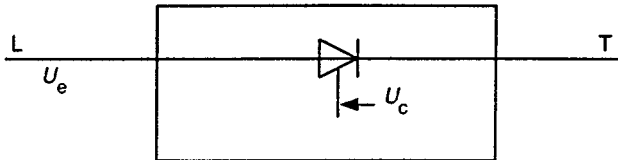
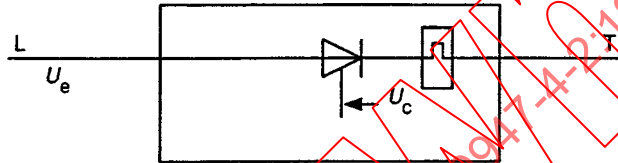
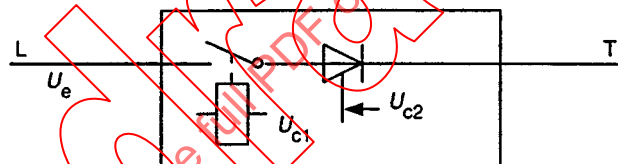
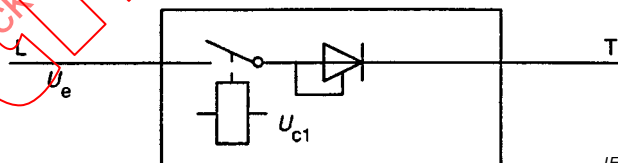
Appareil			
Gradateur à semi-conducteur de moteur (toute variante)	 IEC 1731/99		
Démarreur à semi-conducteurs de moteur (toute variante)	 IEC 1732/99		
Gradateur de moteur hybride HxA* où x = 1, 2 ou 3	 IEC 1733/99		
Gradateur de moteur hybride HxB**	 IEC 1734/99		
Démarreur de moteur hybride	Variante H1A ou H1B avec protection de surcharge de moteur	Variante H2A ou H2B avec protection de surcharge de moteur	Variante H3A ou H3B avec protection de surcharge de moteur
* Deux commandes séparées pour le gradateur et l'appareil mécanique de connexion en série.			
** Une commande seulement pour l'appareil mécanique de connexion en série.			

Figure 1 – Représentations graphiques des appareils à semiconducteurs de commande de moteur

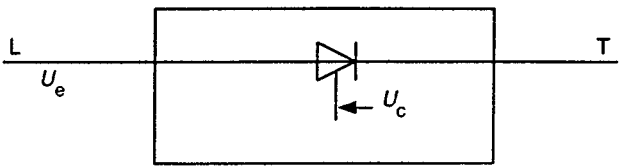
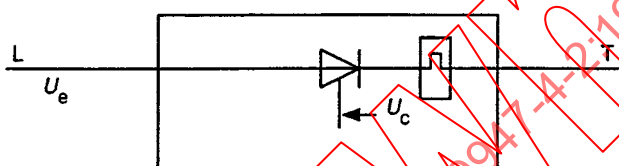
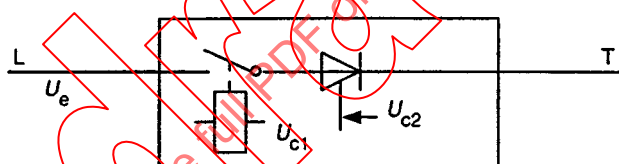
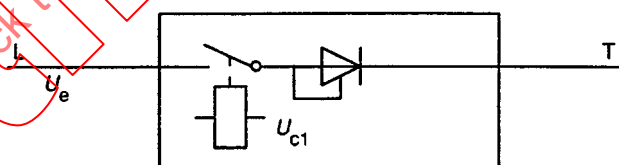
Device			
Semiconductor motor controller (all forms)	 IEC 1731/99		
Semiconductor motor starter (all forms)	 IEC 1732/99		
Hybrid motor controller HxA* where x = 1, 2 or 3	 IEC 1733/99		
Hybrid motor controller HxB**	 IEC 1734/99		
Hybrid motor starter	Form H1A or H1B with motor overload protection	Form H2A or H2B with motor overload protection	Form H3A or H3B with motor overload protection
* Two separate controls for the controller and the series mechanical switching device. ** One control only for the series mechanical switching device.			

Figure 1 – Graphical possibilities of semiconductor motor control devices

Tableau 1 – Fonctions possibles des appareils à semiconducteurs de commande de moteur

Appareil	Variante 1	Variante 2	Variante 3
Gradateur à semi-conducteurs de moteur	– Etat bloqué – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsion – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée	– Etat bloqué – Fonction démarrage – Accélération contrôlée – Pleine conduction	Non disponible
Gradateur DOL à semiconducteurs	Non disponible	Non disponible	– Etat bloqué – Démarrage direct – Pleine conduction
Démarrreur à semi-conducteurs de moteur	Gradateur de variante 1 avec protection de surcharge de moteur	Gradateur de variante 2 avec protection de surcharge de moteur	Non disponible
Démarrreur DOL à semiconducteurs de moteur	Non disponible	Non disponible	Gradateur DOL avec protection de surcharge de moteur
Gradateur hybride de moteur HxA* où x = 1, 2 ou 3	H1A: – Ouvert – Etat bloqué – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsions – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée	H2A: – Ouvert – Etat bloqué – Fonction démarrage – Accélération contrôlée – Pleine conduction	H3A: – Ouvert – Etat bloqué – Démarrage direct – Pleine conduction
Gradateur hybride de moteur HxB** où x = 1, 2 ou 3	H1B: – Ouvert – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsions – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée	H2B: – Ouvert – Accélération contrôlée – Fonction démarrage – Pleine conduction	H3B: – Ouvert – Pleine conduction – Démarrage direct
Démarrreur de moteur hybride	Variante H1A ou H1B avec protection de surcharge de moteur	Variante H2A ou H2B avec protection de surcharge de moteur	Variante H3A ou H3B avec protection de surcharge de moteur
* Deux commandes séparées pour le gradateur et l'appareil mécanique de connexion en série. ** Une commande seulement pour l'appareil mécanique de connexion en série.			

3.1.2 Gradateurs et démarreurs de moteur hybride pour courant alternatif (voir figure 1)

3.1.2.1

gradateurs ou démarreurs de moteur hybride, variante HxA (où x = 1, 2 ou 3)

gradateur ou démarreur à semiconducteur de moteur de variante 1, 2 ou 3 en série avec un appareil mécanique de connexion et dont les caractéristiques sont assignées comme pour un appareil unique. Des commandes de contrôle séparées sont prévues pour l'appareil mécanique de connexion et le gradateur ou le démarreur à semiconducteur de moteur. Toutes les fonctions de commande adaptées à la variante de gradateur ou de démarreur de moteur spécifiée sont assurées avec en plus une position d'ouverture

Table 1 – Functional possibilities of semiconductor motor control devices

Device	Form 1	Form 2	Form 3
Semiconductor motor controller	– OFF – Starting function – Manœuvring – Controlled acceleration – Running – FULL ON – Controlled deceleration	– OFF state – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON	Not available
Semiconductor DOL motor controller	Not available	Not available	– OFF state – Starting function – FULL ON
Semiconductor motor starter	Form 1 controller with motor overload protection	Form 2 controller with motor overload protection	Not available
Semiconductor DOL motor starter	Not available	Not available	Form 3 DOL motor controller with motor overload protection
Hybrid motor controller HxA* where x = 1, 2 or 3	H1A: – Open – OFF state – Starting function – Manœuvring – Controlled acceleration – Running – Full ON – Controlled deceleration	H2A: – Open – OFF state – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON	H3A: – Open – OFF state – Starting function – FULL ON
Hybrid motor controller HxB** where x = 1, 2 or 3	H1B: – Open – Starting function – Manœuvring – Controlled acceleration – Running – FULL ON – Controlled deceleration	H2B: – Open – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON	H3B: – Open – Starting function – FULL ON
Hybrid motor starter	Form H1A or H1B with motor overload protection	Form H2A or H2B with motor overload protection	Form H3A or H3B with motor overload protection
* Two separate controls for the controller and the series mechanical switching device.			
** One control only for the series mechanical switching device.			

3.1.2 Hybrid motor controllers and starters (see figure 1)

3.1.2.1

hybrid motor controllers or starters, form HxA (where x = 1, 2 or 3)

form 1, 2 or 3 semiconductor motor controller or starter 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 motor controller or starter. All the control functions appropriate to the form of motor controller or starter specified are provided, together with an OPEN position

3.1.2.2

gradateurs ou démarreurs de moteur hybrides, variante HxBA

gradateur ou démarreur de moteur à semiconducteur de variante 1, 2 ou 3 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 démarreur à semiconducteur de moteur. Toutes les fonctions de commande correspondant à la variante du gradateur de moteur spécifié sont prévues à l'exception de l'état bloqué

3.1.2.3

position d'ouverture

condition d'un gradateur ou démarreur hybride à semiconducteur de moteur 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 moteur à une valeur spécifiée. Elle ne comprend pas l'aptitude à limiter le courant instantané dans les conditions de court-circuit

3.1.4

manoeuvre par impulsions

tout fonctionnement intentionnel provoquant des variations de courants qui doivent être définies et contrôlées (exemple marche par à-coups, freinage)

NOTE 1 Le démarrage est une fonction nécessaire qui est traitée séparément.

NOTE 2 Les manoeuvres de freinage effectuées par un gradateur ou un démarreur à semi-conducteur de moteur pour courant alternatif sont considérées comme une manoeuvre par impulsions dans le domaine d'application de cette norme.

3.1.5

accélération contrôlée

contrôle du fonctionnement d'un moteur pendant l'augmentation de la vitesse du moteur en agissant sur l'alimentation du moteur

3.1.6

décélération contrôlée

contrôle du fonctionnement du moteur pendant la réduction de la vitesse du moteur en agissant sur l'alimentation du moteur

3.1.7

fonctionnement contrôlé

contrôle du fonctionnement du moteur en agissant sur l'alimentation pendant que le moteur tourne à vitesse normale (par exemple économie d'énergie)

3.1.8

courant présumé à rotor bloqué (I_{LRP})

courant présumé (voir 2.5.5 de la CEI 60947-1) lorsque le moteur est alimenté sous sa tension assignée avec le rotor bloqué

3.1.9

état passant

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

3.1.2.2**hybrid motor controllers or starters, form HxB**

form 1, 2 or 3 semiconductor motor controller or starter 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 motor controller or starter. All the control functions appropriate to the form of motor controller specified are provided, with the exception of an OFF state

3.1.2.3**OPEN position**

condition of a hybrid semiconductor motor controller or starter 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 motor current to a specified value. It does not include the ability to limit the instantaneous current under conditions of short circuit

3.1.4**manoeuvre**

any deliberate operation that causes current changes which must be characterized and controlled (for example jogging, braking)

NOTE 1 Starting is a mandatory manoeuvre that is recognized separately.

NOTE 2 Braking operations performed by the a.c. semiconductor motor controller or starter are considered to be a manoeuvre within the scope of this standard.

3.1.5**controlled acceleration**

control of motor performance while increasing motor speed by acting on the motor supply

3.1.6**controlled deceleration**

control of motor performance while decreasing motor speed by acting on the motor supply

3.1.7**controlled running**

control of motor performance by acting on the motor supply while the motor is running at normal speed (for example energy saving)

3.1.8**prospective locked rotor current, (I_{LRP})**

prospective current (see 2.5.5 of IEC 60947-1) that would flow when the rated voltage is applied to the motor with a locked rotor

3.1.9**ON-state**

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

3.1.10

pleine conduction (état d'un gradateur)

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

3.1.11

courant minimal de charge

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

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

3.1.12

état bloqué

état d'un gradateur à semiconducteur 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 gradateur à semiconducteur à l'état bloqué

3.1.14

manoeuvre (d'un gradateur)

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

3.1.15

cycle de manoeuvre (d'un gradateur)

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

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

3.1.16

aptitude au fonctionnement

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

3.1.17

profil de courant de surcharge

coordonnées 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 6.1e))

3.1.19

manoeuvre de déclenchement (d'un gradateur ou démarreur à semiconducteur)

manoeuvre 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

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

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

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.

3.1.12**OFF-state**

the 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)**

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

3.1.14**operation (of a controller)**

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

3.1.15**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, the ability to perform a series of operating cycles without failure

3.1.17**overload current profile**

current-time co-ordinate 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 6.1e))

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

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

3.1.20

gradateur ou démarreur à semiconducteur à déclenchement libre

gradateur ou démarreur à semiconducteur 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

relais ou déclencheur de surcharge thermiques sensibles à une perte de phase

relais ou déclencheur de surcharge thermiques multipolaires qui fonctionnent dans le cas d'une surcharge et également dans le cas d'une perte de phase dans des conditions spécifiées

3.1.22

durée à l'état passant

intervalle de temps pendant lequel le gradateur est en charge, par exemple comme à 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, par exemple comme à 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

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 [VEI 161-01-05]

NOTE Une perturbation électromagnétique peut être un bruit électromagnétique, un signal non désiré ou une modification du milieu de propagation lui-même.

3.2.4

perturbation radioélectrique; parasite (radioélectrique)

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

3.1.20**trip-free controller or starter**

controller or starter 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**phase loss sensitive thermal overload relay or release**

a multipole thermal overload relay or release which operates in case of overload and also in case of loss of phase in accordance with specified requirements

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**

the 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 [IEV 161-01-05]

NOTE An electromagnetic disturbance may be an electromagnetic noise, an unwanted signal, or a change in the propagation medium itself.

3.2.4**radio (frequency) disturbance**

electromagnetic disturbance having components in the radio frequency range [IEV 161-01-13]

3.2.5

brouillage (radioélectrique)

trouble apporté à la réception d'un signal utile par une perturbation radioélectrique [VEI 161-01-14]

NOTE En anglais les mots «interference» et «disturbance» sont souvent utilisés indifféremment. L'expression «radio frequency interference» est employée aussi communément pour désigner une perturbation radioélectrique ou un signal non désiré.

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 oscillations 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]

4 Classification

Le paragraphe 5.2 donne toutes les indications qui peuvent servir aux critères de classification.

5 Caractéristiques des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif

5.1 Enumération des caractéristiques

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

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

5.2 Type du matériel

Il est nécessaire d'indiquer:

5.2.1 Variante du matériel

Variante de gradateurs et démarreurs (voir 3.1.1 et 3.1.2)

3.2.5

radio frequency interference, RFI (abbreviation)

degradation of the reception of a wanted signal caused by radio frequency disturbance [IEV 161-01-14]

NOTE The English words "interference" and "disturbance" are often used indiscriminately. The expression 'radio-frequency interference' is also commonly applied to a radio-frequency disturbance of an unwanted signal.

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]

4 Classification

Subclause 5.2 gives all data which could be used as criteria for classification.

5 Characteristics of a.c. semiconductor motor controllers and starters

5.1 Summary of characteristics

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

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

5.2 Type of equipment

The following shall be stated:

5.2.1 Form of equipment

Forms of controllers and starters (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 connexion des gradateurs et démarreurs 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)

- moteur connecté en triangle, thyristors en série avec le bobinage;
- moteur connecté en étoile, thyristors connectés en triangle;
- moteur connecté en triangle, thyristors connectés entre le bobinage et l'alimentation.

5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux

Les valeurs assignées et les valeurs limites relatives aux gradateurs et aux démarreurs 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 ou un démarreur 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 est applicable.

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 starters.

5.2.5 Operating conditions of the equipment

5.2.5.1 Method of operation

For example:

- symmetrically controlled controller (such as a 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):

- motor in delta, thyristors in series with a winding;
- motor in star, thyristors in delta;
- motor in delta, thyristors connected between winding and supply.

5.3 Rated and limiting values for main circuits

The rated and limiting values established for controllers and starters 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 or starter 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 Tension assignée d'isolement (U_i)

Le paragraphe 4.3.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

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

Le paragraphe 4.3.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-2:1999

Withdrawn

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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60947-4-2:1999

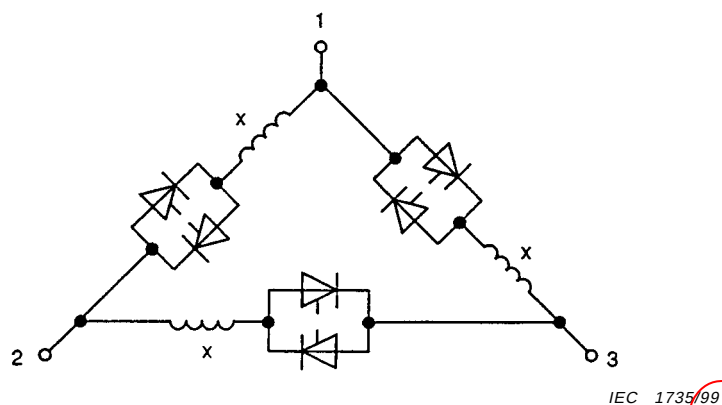


Figure 2a – Moteur en triangle – Thyristors en série avec un bobinage

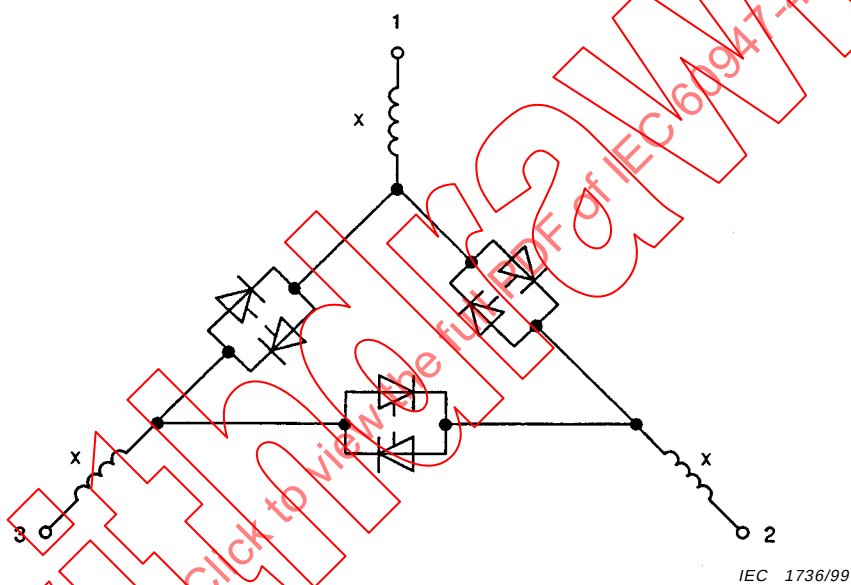


Figure 2b – Moteur en étoile – Thyristors en triangle

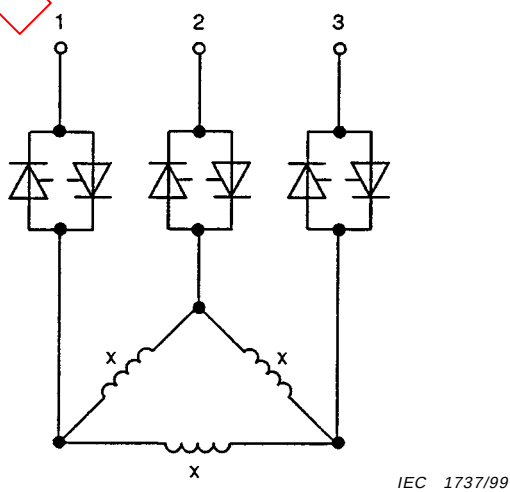
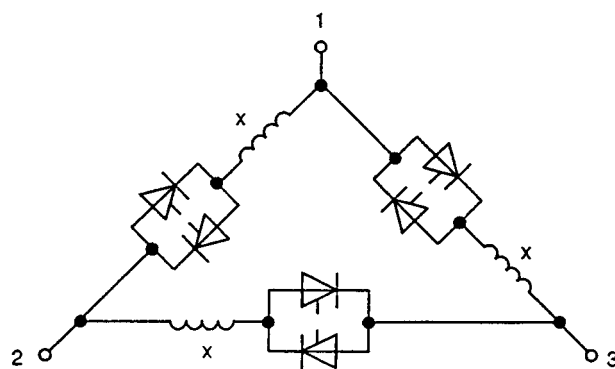


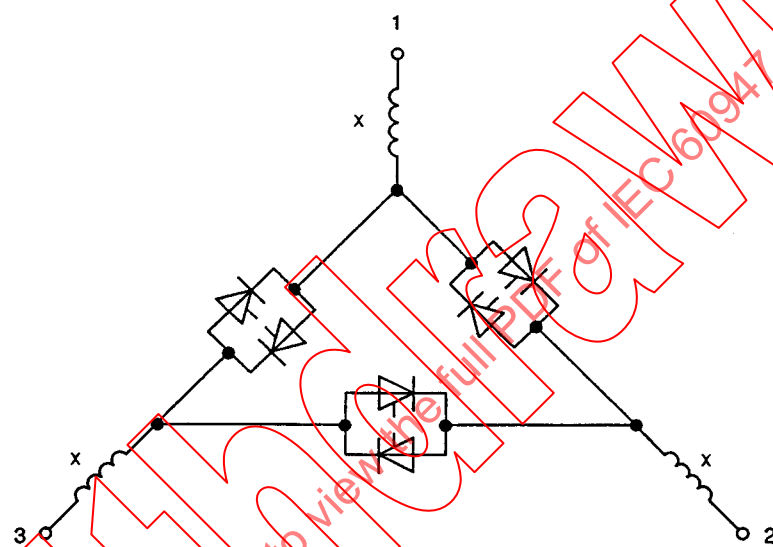
Figure 2c – Moteur en triangle – Thyristors raccordés entre le bobinage et l'alimentation

Figure 2 – Méthodes de raccordement



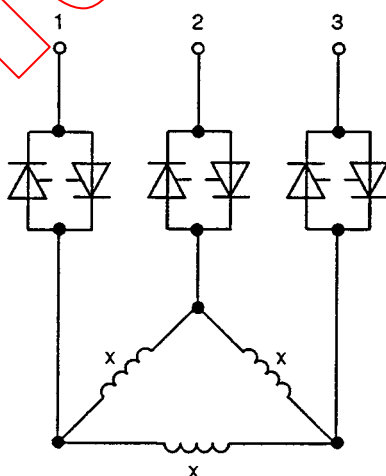
IEC 1735/99

Figure 2a – Motor in delta – Thyristors in series with a winding



IEC 1736/99

Figure 2b – Motor in star – Thyristors in delta



IEC 1737/99

Figure 2c – Motor in delta – Thyristors connected between winding and supply

Figure 2 – Connecting methods

5.3.2 Courants

Un gradateur ou un démarreur 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 est applicable.

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

Le paragraphe 4.3.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

5.3.2.3 Courant assigné d'emploi (I_e)

Le courant assigné d'emploi I_e des gradateurs et des démarreurs 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 (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 est applicable.

5.3.3 Fréquence assignée

Le paragraphe 4.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

5.3.4 Service assigné

Les services assignés considérés comme normaux sont les suivants:

5.3.4.1 Service de 8 h

Service dans lequel le gradateur ou le démarreur 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 ou le démarreur 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 est applicable en modifiant comme suit le premier alinéa:

«Service comportant des périodes de fonctionnement en charge au cours desquelles le gradateur ou le démarreur reste à l'état de pleine conduction, 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.»

5.3.2 Currents

A controller or starter 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 starters 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 8 h duty

A duty in which the controller or starter 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 or starter 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 or starter remains in the FULL-ON 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 Service temporaire

Service dans lequel le gradateur ou le démarreur reste à l'état pleine conduction 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 est applicable.

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 2 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 manoeuvres par heure. Les valeurs préférentielles de S sont:

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

NOTE D'autres valeurs de F et ou 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 est applicable avec les suppléments suivants.

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 dû au démarrage, au fonctionnement ou aux manoeuvres par impulsion dans des conditions de surcharge. $X = I_{LRP}/I_e$ lorsque la fonction de limitation de courant n'existe pas.

Des surintensités voulues ne dépassant pas dix cycles (par exemple décollage, dégommage, etc.) qui peuvent dépasser les valeurs déclarées de $X \times I_e$ sont négligées pour le profil de courant de surcharge.

T_x exprime la somme des durées des courants de surcharge contrôlés au cours du démarrage, du fonctionnement normal et du fonctionnement par impulsions. Voir tableau 4.

Pour un démarreur, T_x est la durée de fonctionnement minimale autorisée par les tolérances du relais de surcharge pour le courant $X \times I_e$ à l'état froid.

5.3.4.4 Temporary duty

Duty in which the controller or starter remains in the FULL-ON state for periods of time insufficient to allow the equipment to reach thermal equilibrium, the current-carrying periods being separated by off-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 . These describe the duty, and also set 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 Overload current profile

The overload current profile gives the current-time co-ordinates 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 due to starting, operating, or manoeuvring under overload conditions. $X = I_{LRP}/I_e$ when no current limit function is provided.

Deliberate overcurrents not exceeding 10 cycles (for example boost, kickstart, etc.), which may exceed the stated value of $X \times I_e$, are disregarded for the overload current profile.

T_x denotes the sum of duration times for the controlled overload currents during starting, operating, and manoeuvring. See table 4.

For a starter, T_x is the minimum operating time allowed by the tolerances of the overload relay for the current $X \times I_e$ in the cold state.

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 démarrage d'arrêt et de fonctionnement par impulsions

Les conditions représentatives de service des gradateurs et des démarreurs pour moteurs à cage d'écureuil et des moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération sont:

5.3.5.3.1 Caractéristiques de démarrage des moteurs à cage d'écureuil et des moteurs de compresseurs hermétiques de réfrigération

- a) Un seul sens de rotation avec aptitude au contrôle de phase permettant de commander l'accélération jusqu'à la vitesse normale, la décélération jusqu'à l'arrêt ou le fonctionnement transitoire occasionnel sans mise hors tension du gradateur (AC-53a, AC-58a).
- b) Un seul sens de rotation avec aptitude au contrôle de phase permettant de commander l'accélération jusqu'à la vitesse normale. Les gradateurs et les démarreurs ont des caractéristiques assignées pour le démarrage seulement (par exemple après le démarrage, l'alimentation du moteur est reliée à un circuit qui court-circuite les semi-conducteurs de puissance (AC-53b et AC-58b).

Deux sens de rotation peuvent être obtenus en inversant les connexions au gradateur ou au moteur par les moyens sortant du cadre de la présente norme, mais qui relèvent de leur propre norme de produit.

On peut également obtenir deux sens de rotation par inversion de phase dans le gradateur ou le démarreur. Les dispositions à observer par cette manœuvre varient en fonction de chaque application. C'est pourquoi la méthode utilisée fera l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

En raison des possibilités de commande des gradateurs et des démarreurs, le courant durant des manœuvres de démarrage, d'arrêt et de fonctionnement transitoire peut être différent des valeurs conventionnelles du courant présumé rotor bloqué figurant au tableau 6.

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 Starting, stopping and manoeuvring characteristics

Typical service conditions for controllers and starters controlling squirrel cage and hermetic refrigeration motors are as follows:

5.3.5.3.1 Starting characteristics of squirrel cage and hermetic refrigeration motors

- a) One direction of rotation with the inclusion of phase-control capability to provide any combination of controlled acceleration to normal speed, controlled deceleration to standstill, or an occasional manoeuvre without de-energizing the controller (AC-53a, AC-58a).
- b) One direction of rotation with the inclusion of phase-control capability to provide controlled acceleration to normal speed. Controllers and starters are rated for starting duty only; for example after starting, the supply to the motor is connected into a circuit that bypasses the power semiconductors (AC-53b, AC-58b).

Two directions of rotation may be accomplished by reversing the connections to the controller or motor by means that are beyond the scope of this standard, but are covered by the relevant product standard for the selected means.

Two directions of rotation may also be accomplished by phase reversing within the controller or starter. The requirements for this operation will vary with each application. Therefore, this is subject to agreement between manufacturer and user.

Due to the control capability of controllers and starters, the current during starting, stopping, and any manoeuvre will differ from the conventional values of the prospective locked rotor current listed in table 6.

5.3.5.3.2 Caractéristiques de démarrage des démarreurs rotoriques à résistance munis de gradateurs pour alimenter le stator (AC-52a, AC-52b)

On peut utiliser les démarreurs à semiconducteurs pour alimenter sous tension réduite les enroulements statoriques d'un moteur à bagues et de ce fait réduire le nombre d'étapes de commutation demandées dans le circuit du rotor. Une ou deux étapes de démarrage conviennent à la plupart des applications suivant le couple de la charge, l'inertie et la sévérité requise pour le démarrage.

NOTE Les démarreurs et les gradateurs visés par la présente norme ne sont pas pour emploi dans le circuit rotorique et par conséquent, celui-ci doit être commandé par les moyens habituels. Les normes de matériel applicables aux circuits rotoriques des démarreurs rotoriques à résistances sont applicables.

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 est applicable avec les compléments suivants.

Pour les gradateurs et les démarreurs, 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.

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 démarreur à semiconducteur de moteur. Le deuxième symbole désigne une application spécifique. Le suffixe «a» désigne l'aptitude d'un gradateur à accomplir toute possibilité fonctionnelle citée dans le tableau 1. Le suffixe «b» désigne l'aptitude d'un gradateur lorsque celle-ci est limitée au passage de l'état non passant à celui de démarrage d'une durée T_{X_1} , puis au retour immédiat à l'état non passant pour un cycle de fonctionnement en conformité avec les prescriptions de 8.2.4.1.

5.4.1 Attribution des caractéristiques assignées suivant les résultats d'essais

Un gradateur ou un démarreur 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 assignés 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 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 du tableau 3. Seules les valeurs de X inférieures à celles essayées peuvent être assignées sans essai.

5.3.5.3.2 Starting characteristics of rheostatic rotor starters with controllers energizing the stator (AC-52a, AC-52b)

Starters can be used to provide reduced voltage excitation to the stator windings of a slip ring motor, and thereby reduce the number of switching steps required in the rotor circuit. For most applications, one or two starting steps are adequate depending upon load torque and inertia, and the severity of start required.

NOTE Starters and controllers covered by this standard are not intended for use in the rotor circuit and therefore, the rotor circuit must be controlled by traditional means. The relevant product standards for the rotor circuits of rheostatic rotor starters should apply.

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 starters, 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.

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 semiconductor motor controller or starter. The second digit designates a typical application. The a-suffix designates the capability of a controller to perform any of the functional possibilities listed in table 1. The b-suffix designates the capability of a controller where it is restricted to performing a transition from an OFF-state to a starting function of duration T_x , and immediately returning to the OFF-state to comprise a duty cycle in accordance with the requirements of 8.2.4.1.

5.4.1 Assignment of ratings based on the results of tests

A designated controller or starter 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.

Tableau 2 – Catégorie d'emploi

Catégorie d'emploi	Applications caractéristiques
AC-52a	Commande statorique de moteurs à bagues
AC-52b	Commande statorique de moteurs à bagues commandés par gradateur court-circuité pendant la marche à vitesse normale
AC-53a	Commande de moteurs à cage d'écureuil
AC-53b	Commande de moteurs à cage d'écureuil par gradateur court-circuité pendant la marche à vitesse normale
AC-58a	Commande de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge
AC-58b	Commande de compresseurs hermétiques de réfrigération par gradateur court-circuité pendant la marche à vitesse normale et avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge
NOTE 1 Le dispositif de court-circuitage du gradateur à semiconducteur peut faire partie intégrante du gradateur/démarrateur ou être installé séparément. NOTE 2 Un moteur de compresseur hermétique de réfrigération est un appareil combiné comprenant un compresseur et un moteur, tous deux enfermés dans le même boîtier sans arbre ou joint d'arbre extérieur, le moteur fonctionnant dans le réfrigérant.	

Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs

Niveau de sévérité	Catégorie d'emploi	Profil de surcharge ($X \cdot T_x$)	Prescriptions pour les durées
Le plus sévère	AC-52a AC-53a AC-58a	Valeur maximale de $(X I_e)^2 \times T_x$ (note 1)	Valeur maximale de $F \times S$ (note 2)
	AC-52b AC-53b AC-58b	Valeur maximale de $(X I_e)^2 \times T_x$ (note 1)	Valeur minimale de temps à l'état bloqué (note 3)
NOTE 1 Lorsque la valeur maximale de $(X I_e)^2 \times T_x$ survient pour plus d'une valeur de $X I_e$, la plus grande valeur $X I_e$ est applicable. NOTE 2 Lorsque la valeur maximale de $F \times S$ survient pour plus d'une valeur de S, la plus grande valeur de S est applicable. NOTE 3 Lorsque la valeur maximale de $(X I_e)^2 \times T_x$ 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.			

5.5 Circuits de commande

Le paragraphe 4.5.1 de la CEI 60947-1 est applicable 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 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, redresseurs, résistances incorporés.

Table 2 – Utilization categories

Utilization category	Typical application
AC-52a	Control of slip ring motor stators
AC-52b	Control of slip ring motor stators with the controller bypassed during running
AC-53a	Control of squirrel cage motors
AC-53b	Control of squirrel cage motors with the controller bypassed during running
AC-58a	Control of hermetic refrigerant compressor motors with automatic resetting of overload releases
AC-58b	Control of hermetic refrigerant compressor motors with the controller bypassed during running and with automatic resetting of overload releases
NOTE 1 The means of bypassing the semiconductor controller may be integral with the controller/starter or installed separately. NOTE 2 Hermetic refrigerant compressor motor is a combination consisting of a compressor and motor, both of which are enclosed in the same housing, with no external shaft or shaft seals, the motor operating in the refrigerant.	

Table 3 – Relative levels of severity

Severity level	Utilization category	Overload current profile ($X \cdot T_x$)	Time related requirement
Most severe	AC-52a AC-53a AC-58a	Highest value of $(X I_e)^2 \times T_x$ (note 1)	Highest value of $F \times S$ (note 2)
	AC-52b AC-53b AC-58b	Highest value of $(X I_e)^2 \times T_x$ (note 1)	Lowest value of OFF-time (note 3)
NOTE 1 When the highest value of $(X I_e)^2 \times T_x$ occurs at more than one value of $X I_e$, then the highest value of $X I_e$ shall apply. NOTE 2 When the highest value of $F \times S$ occurs at more than one value of S, then the highest value of S shall apply. NOTE 3 When the highest value of $(X I_e)^2 \times T_x$ occurs at more than one value of OFF-time, then the lowest value of OFF-time shall apply.			

5.5 Control circuits

Subclause 4.5.1 of IEC 60947-1 applies, with the following additions:

Refer to annex G for examples and illustrations. The characteristics of electronic control circuits are:

- kind of current;
- power consumption;
- rated frequency (or d.c.);
- rated control circuit voltage, U_c (nature: a.c./d.c.);
- rated control supply voltage, U_s (nature: a.c./d.c.);
- nature of control circuit devices (contacts, sensors).

NOTE A distinction is made between control circuit voltage, U_c , which is the controlling input signal, and control supply voltage, U_s , which is the voltage applied to energize the power supply terminals of the control circuit equipment and may be different from U_c , due to built-in transformers, rectifiers, resistors, etc.

5.6 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 4.6 de la CEI 60947-1 est applicable 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.

Dans des conditions normales, les circuits auxiliaires sont caractérisés de la même façon que les circuits de commande et sont tributaires des mêmes exigences. Si les fonctions auxiliaires comprennent des caractéristiques inhabituelles de fonctionnement, il convient de demander au constructeur d'en définir les valeurs critiques.

5.7 Caractéristiques des relais et déclencheurs (relais de surcharge)

L'article B.1 est applicable aux relais et déclencheurs de protection des moteurs.

5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)

Les gradateurs et les démarreurs sont définis par le type, les grandeurs assignées et les caractéristiques de DPCC à utiliser afin de fournir la sélectivité pour les surintensités entre le démarreur et le DPCC, et la protection correcte du gradateur et du démarreur contre les courants de court-circuit.

Les prescriptions sont données en 8.2.5 de la présente norme et en 4.8 de la CEI 60947-1.

5.9 Surtensions de manoeuvre

A l'étude.

6 Informations sur le matériel

6.1 Nature des informations

Les informations suivantes doivent être données par le constructeur:

Identification

- a) le nom du constructeur ou sa marque de fabrique;
- b) la désignation du type ou le numéro de série;
- c) le numéro de la présente norme.

Caractéristiques, valeurs assignées fondamentales et utilisation

- d) les tensions assignées d'emploi (voir 5.3.1.1);
- e) les courants assignés d'emploi correspondant à la catégorie d'emploi (5.4), le profil de surcharge (5.3.5.1), le cycle de service (5.3.5.2), ou la durée à l'état bloqué, comprenant l'index caractéristique.

La représentation prescrite pour AC-52a, AC-53a, AC-58a est donnée en exemple:

100 A: AC-53a: 6-6: 60-1

Cet exemple indique un courant assigné de 100 A pour des applications générales avec moteur à cage d'écureuil. L'appareil peut supporter un courant de 600A pendant 6 s; un facteur de marche de 60 %; un cycle normalisé de manoeuvre par heure.

5.6 Auxiliary circuits

Subclause 4.6 of IEC 60947-1 applies, with the following additions:

Electronic auxiliary circuits perform useful functions (for example monitoring, data acquisition, etc.) that are not necessarily relevant to the direct task of governing the intended performance characteristics.

Under normal conditions, auxiliary circuits are characterized in the same way as control circuits, and are subject to the same kinds of requirements. If the auxiliary functions include unusual performance features, the manufacturer should be consulted to define the critical characteristics.

5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)

Clause B.1 applies to relays and releases provided for motor protection.

5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)

Controllers and starters are characterized by the type, ratings, and characteristics of the SCPD to be used to provide overcurrent discrimination between starter and SCPD, and adequate protection of controllers and starters against short-circuit currents.

Requirements are given in 8.2.5 of this standard and in 4.8 of IEC 60947-1.

5.9 Switching overvoltages

Under consideration.

6 Product information

6.1 Nature of information

The following information shall be given by the manufacturer:

Identification

- a) the manufacturer's name or trademark;
- b) type designation or serial number;
- c) number of this standard.

Characteristics, basic rated values and utilization

- d) rated operational voltages (see 5.3.1.1);
- e) rated operational currents, corresponding utilization category (5.4), overload current profile (5.3.5.1), and duty cycle (5.3.5.2) or OFF-time, comprising the rating index.

The prescribed format for AC-52a, AC-53a, AC-58a is shown by these examples:

100 A: AC-53a: 6-6: 60-1

This indicates 100 A current rating for general applications with squirrel cage motors. The device can accommodate 600 A for 6 s; 60 % on-load factor; one standard operating cycle per hour.

La représentation prescrite pour AC-52b, AC-53b, AC-58b est donnée en exemple:

100 A: AC-53b: 3-52: 1 440

Cet exemple indique un courant assigné de 100 A pour le démarrage seulement. L'appareil peut supporter 300 A pendant 52 s; la durée à l'état non passant ne doit pas être inférieure à 1 440 s avant de procéder à un nouveau démarrage.

- f) la valeur de la ou des fréquences assignées, par exemple: 50 Hz ou 50 Hz/60 Hz;
- g) indication des services assignés, s'il y a lieu (5.3.4.3);
- h) désignation de la variante (par exemple variante 1, ou variante H1A); voir tableau 1;

Sécurité et installation

- j) la tension assignée d'isolement (5.3.1.2);
- k) la tension assignée de tenue aux chocs (5.3.1.3);
- l) le code IP, dans le cas de matériel sous enveloppe (8.1.11);
- m) le degré de pollution (7.1.3.2);
- n) le courant assigné de court-circuit conditionnel et le type de coordination du gradateur ou du démarreur, et le type, le courant assigné et les caractéristiques du DPCC associé (voir 5.8);
- p) surtension de manoeuvre (voir 5.9);

Circuits de commande

- q) la tension assignée du circuit de commande U_c , la nature du courant et la fréquence assignée et, si nécessaire la tension assignée d'alimentation de commande U_s , la nature du courant et la fréquence assignée et toutes informations nécessaires (par exemple prescription d'impédance d'adaptation) afin d'assurer un fonctionnement satisfaisant des circuits de commande (voir annexe G pour des exemples de configurations de circuit de commande);

Circuits auxiliaires

- r) la nature et les caractéristiques assignées des circuits auxiliaires (5.6);

Relais et déclencheurs de surcharge

- s) les caractéristiques conformément à 5.7;

Niveaux d'émission et d'immunité CEM

- t) la classe d'appareils et les prescriptions spécifiques à respecter (voir 8.3.2);
- u) les niveaux d'immunité obtenus et les prescriptions spécifiques à respecter (voir 8.3.3).

6.2 Marquage

Le paragraphe 5.2 de la CEI 60947-1 est applicable aux gradateurs et aux démarreurs avec les compléments suivants:

Les indications d) à u) ci-dessus doivent figurer sur la plaque signalétique ou sur le matériel, ou sur les notices du constructeur.

Les indications c) et l) doivent, de préférence, être marquées sur le matériel.

The prescribed format for AC-52b, AC-53b, AC-58b is shown by the example:

100 A: AC-53b: 3-52: 1 440

This indicates 100 A current rating for starting duty only. The device can accommodate 300 A for 52 s; the OFF-time must not be less than 1 440 s before any subsequent start may be initiated.

- f) value of the rated frequency/frequencies, for example 50 Hz or 50 Hz/60 Hz;
- g) indication of the rated duties as applicable (5.3.4.3);
- h) form designation (for example form 1, or form H1A, see table 1);

Safety and installation

- j) rated insulation voltage (5.3.1.2);
- k) rated impulse withstand voltage (5.3.1.3);
- l) IP code, in case of an enclosed equipment (8.1.11);
- m) pollution degree (7.1.3.2);
- n) rated conditional short-circuit current and type of co-ordination of the controller or starter, and the type, current rating and characteristics of the associated SCPD (see 5.8);
- p) switching overvoltage (see 5.9);

Control circuits

- q) rated control circuit voltage U_c , nature of current and rated frequency, and, if necessary, rated control supply voltage U_s , nature of current and rated frequency, and any other information (for example impedance matching requirements) necessary to ensure satisfactory operation of the control circuits (see annex G for examples of control circuit configurations);

Auxiliary circuits

- r) nature and ratings of auxiliary circuits (5.6);

Overload relays and releases

- s) characteristics according to 5.7;

EMC emission and immunity levels

- t) the equipment class and the specific requirements necessary to maintain compliance (see 8.3.2);
- u) the immunity levels attained and the specific requirements necessary to maintain compliance (see 8.3.3).

6.2 Marking

Subclause 5.2 of IEC 60947-1 applies to controllers and starters, with the following additions:

Data under d) to u) above shall be included on the nameplate, or on the equipment, or in the manufacturer's published literature.

Data under c) and l) above preferably shall be marked on the equipment.

6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien

Le paragraphe 5.3 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

Le constructeur doit fournir des renseignements pour informer l'utilisateur des mesures à prendre sur le matériel:

- dans l'éventualité d'un court-circuit;
- pour répondre aux prescriptions concernant la CEM (voir 8.3.2).

7 Conditions normales de service, de montage et de transport

L'article 6 de la CEI 60947-1 est applicable avec les exceptions suivantes:

7.1 Conditions normales de service

Le paragraphe 6.1 de la CEI 60947-1 s'applique avec les exceptions suivantes:

7.1.1 Température de l'air ambiant

La température de l'air ambiant n'excède pas +40 °C et sa moyenne, mesurée sur une période de 24 h, n'excède pas +35 °C.

La limite inférieure de la température de l'air ambiant est 0 °C.

La température de l'air ambiant est celle qui existe au voisinage du matériel s'il est fourni sans enveloppe, ou au voisinage de l'enveloppe s'il est fourni avec une enveloppe.

NOTE Dans le cas des matériels prévus pour fonctionner dans des endroits où la température de l'air ambiant dépasse +40 °C (par exemple dans des ensembles d'appareillage et dans des forges, des chaufferies, des pays tropicaux) ou est inférieure à 0 °C (par exemple –25 °C comme le prescrit la CEI 60439-1 pour les ensembles d'appareillage à basse tension installés à l'extérieur), il convient de consulter le constructeur. Les renseignements figurant au catalogue du constructeur peuvent répondre à cette prescription.

7.1.2 Altitude

L'altitude du lieu où le matériel doit être installé n'excède pas 1 000 m.

NOTE Pour les matériels destinés à être utilisés à des altitudes supérieures, il est nécessaire de tenir compte de la diminution de la rigidité diélectrique et du pouvoir réfrigérant de l'air. Le matériel électrique prévu pour fonctionner dans ces conditions doit être construit ou utilisé conformément à un accord entre le constructeur et l'utilisateur.

7.1.3 Conditions atmosphériques

7.1.3.1 Humidité

Le paragraphe 6.1.3.1 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.1.3.2 Degrés de pollution

Sauf spécification contraire du constructeur, les gradateurs et les démarreurs sont destinés à être utilisés dans les conditions d'environnement du degré de pollution 3, définies en 6.1.3.2 de la CEI 60947-1. Toutefois, d'autres degrés de pollution peuvent s'appliquer, en fonction du micro-environnement.

6.3 Instructions for installation, operation, and maintenance

Subclause 5.3 of IEC 60947-1 applies, with the following addition:

Information shall be provided by the manufacturer to advise the user on the measures to be taken with regard to the equipment:

- in the event of a short circuit;
- in connection with the requirements for EMC (see 8.3.2).

7 Normal service, mounting and transport conditions

Clause 6 of IEC 60947-1 applies, with the following exceptions:

7.1 Normal service conditions

Subclause 6.1 of IEC 60947-1 applies, with the following exceptions:

7.1.1 Ambient air temperature

The ambient air temperature does not exceed +40 °C, and its average over a period of 24 h does not exceed +35 °C.

The lower limit of the ambient air temperature is 0 °C.

Ambient air temperature is that existing in the vicinity of the equipment if supplied without enclosure, or in the vicinity of the enclosure if supplied with an enclosure.

NOTE If the equipment is to be used at ambient air temperatures above +40 °C (for example within switchgear and control gear assemblies and in forges, boiler rooms, tropical countries) or below 0 °C (for example –25 °C, as required by IEC 60439-1 for outdoor installed low-voltage switchgear and controlgear assemblies) the manufacturer should be consulted. Information given in the manufacturer's catalogue may satisfy this requirement.

7.1.2 Altitude

The altitude of the site of installation does not exceed 1 000 meters.

NOTE For equipment to be used at higher altitudes, it is necessary to take into account the reduction of the dielectric strength, and the cooling effect of the air. Electrical equipment intended to operate in these conditions shall be designed or used in accordance with an agreement between manufacturer and user.

7.1.3 Atmospheric conditions

7.1.3.1 Humidity

Subclause 6.1.3.1 of IEC 60947-1 applies.

7.1.3.2 Degrees of pollution

Unless otherwise stated by the manufacturer, controllers and starters are intended for use in pollution degree 3 environmental conditions, as defined in 6.1.3.2 of IEC 60947-1. However, other pollution degrees may be considered to apply, depending upon the micro-environment.

7.1.4 Chocs et vibrations

Le paragraphe 6.1.4 de la CEI 60947-1 s'applique

7.2 Conditions pendant le transport et le stockage

Le paragraphe 6.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

7.3 Montage

Le paragraphe 6.3 de la CEI 60947-1 s'applique; pour ce qui concerne la CEM voir 8.3 et 9.3.5 ci-dessous.

7.4 Perturbations du réseau électrique et influences

Pour ce qui concerne la CEM voir 8.3 et 9.3.5.

8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement

8.1 Dispositions constructives

NOTE Les prescriptions supplémentaires concernant les matériaux et les pièces destinées au passage du courant sont à l'étude dans les paragraphes 7.1.1 et 7.1.2 de la CEI 60947-1. Leur application à la présente norme fera l'objet d'un examen ultérieur.

8.1.1 Matériaux

Le paragraphe 7.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable (voir note de 8.1).

8.1.2 Parties transportant le courant et leurs connexions

Le paragraphe 7.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable (voir note 8.1).

8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le paragraphe 7.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.4 Disponible

8.1.5 Disponible

8.1.6 Disponible

8.1.7 Bornes

Le paragraphe 7.1.7 de la CEI 60947-1 est applicable avec la prescription complémentaire suivante:

Le paragraphe 7.1.7.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec les prescriptions complémentaires de l'annexe A.

8.1.8 Disponible

8.1.9 Dispositions pour assurer la mise à la terre

Le paragraphe 7.1.9 de la CEI 60947-1 est applicable.

7.1.4 Shock and vibrations

Subclause 6.1.4 of IEC 60947-1 applies.

7.2 Conditions during transport and storage

Subclause 6.2 of IEC 60947-1 applies.

7.3 Mounting

Subclause 6.3 of IEC 60947-1 applies, and for EMC considerations, see 8.3 and 9.3.5 below.

7.4 Electrical system disturbances and influences

For EMC considerations, see 8.3 and 9.3.5.

8 Constructional and performance requirements

8.1 Constructional requirements

NOTE Further requirements concerning materials and current-carrying parts are under consideration for 7.1.1 and 7.1.2 of IEC 60947-1. Their application to this standard will be subject to further consideration.

8.1.1 Materials

Subclause 7.1.1 of IEC 60947-1 applies (see note to 8.1).

8.1.2 Current-carrying parts and connections

Subclause 7.1.2 of IEC 60947-1 applies (see note to 8.1).

8.1.3 Clearances and creepage distances

Subclause 7.1.3 of IEC 60947-1 applies

8.1.4 Vacant

8.1.5 Vacant

8.1.6 Vacant

8.1.7 Terminals

Subclause 7.1.7 of IEC 60947-1 applies, with the following additional requirement:

Subclause 7.1.7.4 of IEC 60947-1 applies, with additional requirements as given in annex A.

8.1.8 Vacant

8.1.9 Provisions for earthing

Subclause 7.1.9 of IEC 60947-1 applies.

8.1.10 Enveloppes pour le matériel

Le paragraphe 7.1.10 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.1.11 Degrés de protection des gradateurs et des démarreurs sous enveloppe

Le paragraphe 7.1.11 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2 Dispositions relatives au fonctionnement

8.2.1 Conditions de fonctionnement

8.2.1.1 Généralités

Les appareils auxiliaires utilisés dans les gradateurs et les démarreurs doivent être manoeuvrés suivant les instructions du constructeur et suivant la norme de matériel correspondante.

8.2.1.1.1 Les gradateurs et les démarreurs doivent être construits de façon à:

- a) être à déclenchement libre (voir 3.1.20);
- b) être susceptibles de revenir à l'état ouvert ou bloqué par les moyens prévus lorsqu'ils sont en fonctionnement et à tout instant durant la séquence de démarrage ou au cours de n'importe quelle manoeuvre.

La conformité est vérifiée selon 9.3.3.6.3.

8.2.1.1.2 Les gradateurs et les démarreurs ne doivent pas présenter de mauvais fonctionnement sous l'effet de chocs mécaniques ou sous l'effet de perturbations électromagnétiques causés par le fonctionnement de leurs appareils internes.

La conformité est vérifiée selon 9.3.3.6.3.

8.2.1.1.3 Les contacts mobiles des appareils mécaniques en série dans les gradateurs et démarreurs hybrides doivent être couplés mécaniquement afin que tous les pôles ferment et ouvrent pratiquement ensemble lorsqu'ils sont commandés manuellement ou automatiquement.

8.2.1.2 Limites de fonctionnement des gradateurs et démarreurs

Les gradateurs ou démarreurs doivent fonctionner de façon satisfaisante à toute tension comprise entre 85 % et 110 % de leur tension assignée d'emploi U_e et de leur tension assignée de commande U_s lorsqu'ils sont essayés selon 9.3.3.6.3. Lorsqu'un domaine de tension est annoncé, 85 % doit s'appliquer à la valeur la plus basse et 110 % à la valeur la plus forte.

8.2.1.3 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à minimum de tension

Disponible

8.2.1.4 Limites de fonctionnement des déclencheurs shunt

Disponible

8.1.10 Enclosures for equipment

Subclause 7.1.10 of IEC 60947-1 applies.

8.1.11 Degrees of protection of enclosed controllers and starters

Subclause 7.1.11 of IEC 60947-1 applies.

8.2 Performance requirements

8.2.1 Operating conditions

8.2.1.1 General

Auxiliary devices used in controllers and starters shall be operated in accordance with the manufacturer's instructions and their relevant product standard.

8.2.1.1.1 Controllers and starters shall be so constructed that they:

- a) are trip free (see 3.1.20);
- b) can be caused to return to the OPEN or OFF-state by the means provided when running and at any time during the starting sequence or when performing any manoeuvre.

Compliance is verified in accordance with 9.3.3.6.3.

8.2.1.1.2 Controllers and starters shall not malfunction due to mechanical shock or electromagnetic interference caused by operation of its internal devices.

Compliance is verified in accordance with 9.3.3.6.3.

8.2.1.1.3 The moving contacts of the series mechanical switching device in hybrid controllers and starters shall be so mechanically coupled that all poles make and break substantially together, whether operated manually or automatically.

8.2.1.2 Limits of operation of controllers and starters

Controllers or starters shall function satisfactorily at any voltage between 85 % and 110 % of their rated operational voltage, U_e , and rated control supply voltage, U_s , when tested according to 9.3.3.6.3. Where a range is declared, 85 % shall apply to the lower value, and 110 % to the higher.

8.2.1.3 Limits of operation of undervoltage relays and releases

Vacant

8.2.1.4 Limits of operation of shunt coil operated releases (shunt trip)

Vacant

8.2.1.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs de surcharge à manoeuvre par variation de courant

Les relais et déclencheurs peuvent être thermiques, magnétiques ou à semiconducteurs de type retardé. Les caractéristiques données respectivement en 8.2.1.5.1 et en 8.2.1.5.2, respectivement pour les démarreurs et les gradateurs, s'appliquent.

8.2.1.5.1 Relais et déclencheurs des démarreurs

Les relais et déclencheurs incorporés dans les démarreurs pour assurer la protection du moteur doivent satisfaire aux prescriptions de B.2.

8.2.1.5.2 Relais et déclencheurs associés aux gradateurs

Les relais et les déclencheurs à associer à un gradateur pour assurer la protection du moteur doivent fonctionner pendant une durée T_x , à un courant $X \times I_e$ où X et T_x sont les valeurs données par l'index caractéristique déclaré. Dans le cas où il existe plus d'un index caractéristique, X et T_x sont les valeurs correspondant à l'index pour lequel le produit $(X I_e)^2 \times T_x$ est le plus grand.

8.2.2 Echauffement

Les prescriptions des paragraphes 7.2.2, 7.2.2.1, 7.2.2.2, et 7.2.2.3 de la CEI 60947-1 sont applicables aux gradateurs et aux démarreurs à l'état neuf et propre.

Les échauffements des différents organes du gradateur ou du démarreur, mesurés au cours d'un essai effectué dans les conditions spécifiées en 9.3.3.3 ne doivent pas dépasser les valeurs limites précisées en 7.2.2.1 et 7.2.2.2 de la CEI 60947-1.

8.2.2.1 Disponible

8.2.2.2 Disponible

8.2.2.3 Disponible

8.2.2.4 Circuit principal

Le circuit principal d'un gradateur ou d'un démarreur parcouru par du courant à l'état de pleine conduction, y compris les déclencheurs à maximum de courant pouvant lui être associés, doit pouvoir supporter, sans dépasser les limites d'échauffement spécifiées en 7.2.2.1 de la CEI 60947-1 lorsqu'il est essayé conformément à 9.3.3.3.4:

- dans le cas d'un gradateur ou d'un démarreur prévu pour un service de 8 h: son courant thermique conventionnel (voir 5.3.2.1 et/ou 5.3.2.2);
- dans le cas d'un gradateur ou d'un démarreur prévu pour un service ininterrompu, un service intermittent ou un service temporaire: le courant assigné d'emploi correspondant (5.3.2.3).

8.2.2.5 Circuits de commande

Le paragraphe 7.2.2.5 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.6 Disponible

8.2.2.7 Circuits auxiliaires

Le paragraphe 7.2.2.7 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.1.5 Limits of operation of current operated overload relays and releases

Relays and releases may be either thermal, magnetic or solid-state time-delay. The characteristics given in 8.2.1.5.1 and 8.2.1.5.2 for starters and controllers, respectively, shall apply.

8.2.1.5.1 Relays and releases in starters

Relays and releases incorporated in starters to provide protection for the motor shall fulfil the requirements of B.2.

8.2.1.5.2 Relays and releases associated with controllers

Relays and releases to be associated with a controller to provide protection for the motor shall operate within a time T_x at a current $X \times I_e$, where X and T_x are the values given by the declared rating index. In the case of more than one declared rating index, X and T_x are the values corresponding to the rating index giving the highest product $X(I_e)^2 \times T_x$.

8.2.2 Temperature rise

The requirements of 7.2.2, 7.2.2.1, 7.2.2.2 and 7.2.2.3 of IEC 60947-1 apply to controllers and starters in a clean, new condition.

The temperature rises of the several parts of the controller or starter measured during a test carried out under the conditions specified in 9.3.3.3 shall not exceed the limiting values stated in 7.2.2.1 and 7.2.2.2 of IEC 60947-1.

8.2.2.1 Vacant

8.2.2.2 Vacant

8.2.2.3 Vacant

8.2.2.4 Main circuit

The main circuit of a controller or starter, which carries current in the FULL-ON state, including the over-current releases which may be associated with it, shall be capable of carrying, without the temperature rises exceeding the limits specified in 7.2.2.1 of IEC 60947-1 when tested in accordance with 9.3.3.3.4:

- for a controller or starter intended for 8 h duty: its conventional thermal current (see 5.3.2.1 and/or 5.3.2.2);
- for a controller or starter intended for uninterrupted duty, intermittent or temporary duty: the relevant rated operational current (5.3.2.3).

8.2.2.5 Control circuits

Subclause 7.2.2.5 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.6 Vacant

8.2.2.7 Auxiliary circuits

Subclause 7.2.2.7 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.8 Autres parties

Le paragraphe 7.2.2.8 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.3 Propriétés diélectriques

Les prescriptions suivantes sont basées sur le principe de la série CEI 60664 et fournissent les moyens pour assurer la coordination de l'isolement du matériel avec les conditions d'installation.

Le matériel doit être capable de supporter

- la tension assignée de tenue aux ondes de choc (voir 5.3.1.3) selon la catégorie de surtension donnée à l'annexe H de la CEI 60947-1;
- la tension de tenue aux ondes de choc à travers les contacts des appareils aptes au sectionnement, comme elle est donnée au tableau 14 de la CEI 60947-1;
- la tension de tenue à fréquence industrielle.

NOTE 1 Une tension en courant continu peut être utilisée pourvu que sa valeur ne soit pas inférieure à la valeur de la tension de crête d'essai alternative.

NOTE 2 La corrélation entre la tension nominale du réseau d'alimentation et la tension assignée de tenue aux ondes de choc du matériel est donnée à l'annexe H de la CEI 60947-1.

La tension assignée de tenue aux ondes de choc pour une tension de fonctionnement assignée donnée (voir notes 1 et 2 de 4.3.1.1 de la CEI 60947-1) ne doit pas être inférieure à celle correspondant, à l'annexe H de la CEI 60947-1, à la tension nominale du réseau d'alimentation du circuit à l'endroit où le matériel est utilisé, et à la catégorie de surtension appropriée.

Les prescriptions de ce paragraphe doivent être vérifiées par les essais de 9.3.3.4.

8.2.3.1 Tension de tenue aux ondes de choc

1) Circuit principal

Le paragraphe 7.2.3.1 1) de la CEI 60947-1 s'applique.

2) Circuits auxiliaires et circuits de commande

Le paragraphe 7.2.3.1 2) de la CEI 60947-1 s'applique avec le paragraphe 2) a) modifié comme suit:

- a) Pour les circuits auxiliaires et les circuits de commande qui sont directement alimentés à partir du circuit principal à la tension assignée d'emploi, les distances d'isolement entre les parties actives et les parties destinées à être reliées à la terre, ainsi que les distances entre les pôles doivent supporter la tension d'essai donnée au tableau 12 de la CEI 60947-1 en fonction de la tension assignée de tenue aux chocs.

NOTE Il convient que l'isolation solide du matériel associée aux distances d'isolement soit soumise à la tension de tenue aux chocs.

8.2.3.2 Tension de tenue à la fréquence industrielle des circuits principaux, auxiliaires et de commande

Le paragraphe 7.2.3.2 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2.3.3 Distance d'isolement

Le paragraphe 7.2.3.3 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2.2.8 Other parts

Subclause 7.2.2.8 of IEC 60947-1 applies.

8.2.3 Dielectric properties

The following requirements are based on the principles of the IEC 60664 series and provide the means of achieving coordination of insulation of equipment with the conditions within the installation.

The equipment shall be capable of withstanding

- the rated impulse withstand voltage (see 5.3.1.3) in accordance with the overvoltage category given in annex H of IEC 60947-1;
- the impulse withstand voltage across the contact gaps of devices suitable for isolation as given in table 14 of IEC 60947-1;
- the power-frequency withstand voltage.

NOTE 1 A direct voltage may be used instead, provided its value is not less than the projected alternating test voltage crest value.

NOTE 2 The correlation between the nominal voltage of the supply system and the rated impulse withstand voltage of the equipment is given in annex H of IEC 60947-1.

The rated impulse withstand voltage for a given rated operational voltage (see notes 1 and 2 of 4.3.1.1 of IEC 60947-1) shall be not less than that corresponding in annex H of IEC 60947-1 to the nominal voltage of the supply system of the circuit at the point where the equipment is to be used, and the appropriate overvoltage category.

The requirements of this subclause shall be verified by the tests of 9.3.3.4.

8.2.3.1 Impulse withstand voltage

1) Main circuit

Subclause 7.2.3.1 1) of IEC 60947-1 applies.

2) Auxiliary and control circuits

Subclause 7.2.3.1 2) of IEC 60947-1 applies with the subclause 2) a) modified as follows:

- a) For auxiliary and control circuits which operate directly from the main circuit at the rated operational voltage, clearances from live parts to parts intended to be earthed and between poles shall withstand the test voltage given in table 12 of IEC 60947-1 appropriate to the rated impulse withstand voltage.

NOTE Solid insulation of equipment associated with clearances should be subjected to the impulse voltage.

8.2.3.2 Power-frequency withstand voltage of the main, auxiliary and control circuits

Subclause 7.2.3.2 of IEC 60947-1 applies.

8.2.3.3 Clearances

Subclause 7.2.3.3 of IEC 60947-1 applies.

8.2.3.4 Lignes de fuite

Le paragraphe 7.2.3.4 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2.3.5 Isolation solide

Le paragraphe 7.2.3.5 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2.3.6 Espacements entre circuits distincts

Le paragraphe 7.2.3.6 de la CEI 60947-1 s'applique.

8.2.4 Prescriptions de fonctionnement dans des conditions normales de charge et de surcharge

Les prescriptions relatives aux caractéristiques normales de charge et de surcharge conformes à 5.3.5 sont données en 8.2.4.1 et 8.2.4.2.

8.2.4.1 Prescriptions d'aptitude au fonctionnement

Les gradateurs et les démarreurs doivent être amenés à établir l'état passant à commuter, à supporter les niveaux définis de courants de surcharge, et à établir et maintenir l'état bloqué sans défaillance ou sans défaut quelconque lorsqu'ils sont essayés conformément à 9.3.3.6.

Pour les gradateurs conçus pour les catégories d'emploi AC-52a, AC-53a, AC-58a, les valeurs de T_x en fonction des valeurs de X ne doivent pas être inférieures à celles données au tableau 4. Pour les démarreurs correspondants, T_x doit être le temps maximal de déclenchement de son relais de surcharge.

Les gradateurs ou démarreurs conçus pour les catégories d'emploi AC-52b, AC-53b, AC-58b, doivent convenir aux utilisations pour lesquelles de longues durées d'accélération sont nécessaires. Il doit être admis que la capacité thermique maximale du gradateur puisse être complètement atteinte pendant la durée de démarrage. C'est pourquoi, une durée hors charge suffisante du gradateur doit être prévue juste après la fin de la période de démarrage (par exemple par des moyens de court-circuitage). Les valeurs de T_x correspondantes aux valeurs de X ne doivent pas être inférieures à celles données dans le tableau 4. Pour les démarreurs correspondants, T_x doit être le temps de déclenchement maximal de son propre relais de surcharge.

Lorsqu'il n'existe pas de fonction de limitation de courant ou que celle-ci n'existe pas dans l'état de pleine conduction, alors $X \times I_e = I_{LRP}$. S'il apparaît une situation de rotor bloqué, alors que le moteur fonctionnait jusque là à sa vitesse normale, il est admis que le gradateur ou le démarreur puisse établir un état non passant dans des temps plus courts que ceux donnés pourvu qu'il soit équipé d'une protection de surcharge convenable.

Les caractéristiques assignées doivent être vérifiées selon les conditions données dans les tableaux 5 et 6 de la présente norme et dans les parties correspondantes de 8.3.3.5.2, 8.3.3.5.3 et 8.3.3.5.4 de la CEI 60947-1.

Lorsque $X \times I_e$ est supérieur à 1 000 A, la méthode de vérification de la capacité de surcharge doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur (par exemple par une simulation informatique).

8.2.3.4 Creepage distances

Subclause 7.2.3.4 of IEC 60947-1 applies.

8.2.3.5 Solid insulation

Subclause 7.2.3.5 of IEC 60947-1 applies.

8.2.3.6 Spacing between separate circuits

Subclause 7.2.3.6 of IEC 60947-1 applies.

8.2.4 Normal load and overload performance requirements

Requirements concerning normal load and overload characteristics according to 5.3.5 are given in 8.2.4.1 and 8.2.4.2.

8.2.4.1 Operating capability requirements

Controllers and starters shall be required to establish an ON-state, to commute, to carry designated levels of overload currents, and to establish and sustain an OFF-state condition without failure or any type of damage when tested according to 9.3.3.6.

For controllers that are designated for utilization categories AC-52a, AC-53a, AC-58a, values of T_x corresponding to X values shall not be less than those given in table 4. For corresponding starters, T_x shall be the maximum tripping time of its overload relay.

Controllers and starters that are designated for utilization categories AC-52b, AC-53b, AC-58b, shall be capable of accommodating those applications where long accelerating times are required. It shall be understood that the maximum thermal capacity of the controller may be fully depleted during the starting duty. Therefore, a suitable off-load period (for example bypass means) shall be provided for the controller immediately after the starting time has expired. The values of T_x corresponding to X values shall not be less than those given in table 4. For corresponding starters, T_x shall be the maximum tripping time of its appropriate overload relay.

Where no current limit function exists, or does not exist in the FULL-ON state, then $X \times I_e = I_{LRP}$. In a locked rotor situation arising while the motor has been running at normal speed, the controller or starter shall be permitted to establish an OFF-state condition in shorter times than those given, provided it is equipped with a suitable overload protection.

Ratings shall be verified under the conditions stated in tables 5 and 6 of this standard, and in the relevant parts of 8.3.3.5.2, 8.3.3.5.3, and 8.3.3.5.4 of IEC 60947-1.

Where $X \times I_e$ is greater than 1 000 A, verification of the overload capability shall be subject to agreement between manufacturer and user (for example by computer modelling).

Pour les catégories d'emploi AC-52a, AC-53a, AC-58a, des valeurs d'essais plus sévères pour les durées à l'état passant et à l'état bloqué peuvent être calculées ainsi:

Durée à l'état bloqué (s) = $36 (100-F)/S$.

Pour les catégories d'emploi AC-52b, AC-53b, AC-58b, le constructeur peut déclarer des capacités à effectuer des services de démarrage avec des durées à l'état bloqué inférieures aux 1 440 s permises dans cette norme. Cependant, cela doit être vérifié au cours des essais avec les durées à l'état bloqué déclarées par le constructeur.

Pour les gradateurs ou les démarreurs prévus pour le service intermittent, temporaire ou périodique le constructeur doit choisir les valeurs de F et S parmi celles données en 5.3.4.6.

Tableau 4 – Durée minimale (T_x) de tenue au courant de surcharge en fonction du rapport (X) du courant de surcharge et de la classe de déclenchement du relais de surcharge (voir tableau B.1)

	Durée minimale T_x de tenue au courant de surcharge						
	$X = 8$	$X = 7$	$X = 6$	$X = 5$	$X = 4$	$X = 3$	$X = 2$
10 A*	1,6	2	3	4	6	12	26
10*	3	4	6	8	13	23	52
20*	5	6	9	12	19	35	78
30*	7	9	13	19	29	52	112

* Cette désignation est seulement donnée comme guide et indique la classe dont le temps minimal de déclenchement a servi de base pour les valeurs correspondantes de X et de T_x .

For utilization categories AC-52a, AC-53a, AC-58a, more severe test values for ON-time and OFF-time may be calculated by:

OFF-time (seconds) = 36 (100-F)/S

For controllers or starters intended for intermittent, temporary, or periodic duty the manufacturer shall select from the arrays for F and S given in 5.3.4.6.

	Minimum overload current withstand time, T_x						
	$X = 8$	$X = 7$	$X = 6$	$X = 5$	$X = 4$	$X = 3$	$X = 2$
10 A*	1,6	2	3	4	6	12	26
10*	3	4	6	8	13	23	52
20*	5	6	9	12	19	35	78
30*	7	9	13	19	29	52	112

* This designation is included as a guide only, and indicates the trip class whose minimum tripping time aligns with the corresponding values of X and T_x .

* This designation is included as a guide only, and indicates the trip class whose minimum tripping time aligns with the corresponding values of X and T_v .

Tableau 5 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique¹⁾

Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions¹⁾

Utilization category	Form of controller	Test current (I_T)				Operating cycle OFF-time s
		Operating cycle ON-time s				
		Test level 1 ¹⁾		Test level 2 ¹⁾		
		I_T	ON-time ²⁾	I_T	ON-time ²⁾	
AC-52a	1, H1	XI_e	T_x	I_e	$2160 \cdot T_x$	$\leq 1\,440$
AC-53a	2, H2	$0,75 I_{LRP}$				
AC-58a	3, H3	I_{LRP}				
AC-52b	1, H1	XI_e	T_x	Zero ³⁾	Zero ³⁾	$\leq 1\,440$
AC-53b	2, H2	$0,75 I_{LRP}$				
AC-58b	3, H3	I_{LRP}				

Parameters of the test circuit:

I_e = rated operational current

I_T = test current

U_T = test voltage (may be any value)

$\cos \varphi$ = test circuit power factor (may be any value)

Number of operating cycles⁴⁾

1) Changeover time from level 1 to level 2 shall not be greater than three full periods of the power frequency.

2) For a starter or a controller intended to be used only together with a specified overload relay, T_x is replaced by the maximum operating time allowed by the tolerances of its overload relay in the hot state.

3) Level 2 is not applicable for AC-52b, AC-53b, AC-58b because of the bypass.

4) The number of operating cycles will depend upon the length of time required for the controller to reach thermal equilibrium.

Tableau 6 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de la tenue aux surcharges

Catégorie d'emploi	Paramètres du circuit d'essai			Durée à l'état passant du cycle de fonctionnement ⁴⁾	Durée à l'état bloqué du cycle de fonctionnement ⁴⁾	Nombre de cycles de fonctionnement
	I_{LRP}/I_e	$U_r/U_e^{1)}$	$\text{Cos } \varphi^{2)}$	s	s	
AC-52a AC-52b	4	1,1	0,65	$T_x^{3)}$	≤1 440	3
AC-53a AC-53b	8		0,35			
AC-58a AC-58b	6		0,35			
I_{LRP} = courant présumé le rotor à l'état bloqué I_e = courant assigné d'emploi U_e = tension assignée d'emploi U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle <i>Conditions de température:</i> La température initiale du boîtier C_i, pour chaque essai ne doit pas être inférieure à 40 °C plus l'échauffement maximal du boîtier pendant l'essai d'échauffement (9.3.3.3.). Pendant l'essai, la température ambiante de l'air doit être comprise entre +10 °C et +40 °C.						
1) U_r/U_e peut avoir n'importe quelle valeur pendant la séquence d'essais sauf pour les trois dernières périodes pleines de la fréquence industrielle à l'état passant, plus la première seconde à l'état bloqué. 2) $\text{Cos } \varphi$ peut avoir n'importe quelle valeur pendant les durées sous tension réduite. 3) Pour un démarreur ou un gradateur destiné à être utilisé seulement avec un relais de surcharge spécifié, T_x est remplacé par la durée de fonctionnement maximale permise par les tolérances de son relais de surcharge à l'état chaud, qui est l'état d'équilibre thermique atteint pendant l'essai d'échauffement (9.3.3.3). 4) Le temps de commutation ne doit pas être supérieur à trois périodes pleines de la fréquence industrielle.						

Tableau 7 – Prescriptions minimales et conditions d'essai pour le fonctionnement avec une charge constituée par un moteur à induction¹⁾

Catégorie d'emploi	Paramètres d'essai pour le moteur				Charge mécanique externe: paramètres
	K	U/U_e	Puissance	$\cos \varphi$	
AC-52a, b	≥ 4	1,0	2)	2)	3)
AC-53a, b					
AC-58a, b					
Pendant l'essai, le moteur et l'air ambiant peuvent être à toute température comprise entre 10 °C et 40 °C. K = rapport du courant rotor bloqué au courant assigné de pleine charge du moteur					
1) D'autres charges d'essai sont à l'étude.					
2) La charge d'essai doit être un moteur à induction à quatre pôles de n'importe quelle puissance avec les caractéristiques suivantes: a) le courant à vide du moteur doit être supérieur au courant minimal de charge de l'EUT selon 3.1.11; b) le facteur du puissance assigné doit être compris entre 0,75 et 0,80; c) le bobinage du stator doit être connecté en étoile.					
3) Les paramètres de la charge mécanique appliquée sur l'arbre du moteur doivent être réglés afin de produire un temps de décélération entre la vitesse de base et la vitesse nulle compris entre 2 s et 4 s.					

Table 6 – Minimum requirements for overload capability test conditions

Utilization category	Parameters of the test circuit			Operating cycle ⁴⁾ ON-time s	Operating cycle ⁴⁾ OFF-time s	Number of operating cycles
	I_{LRP}/I_e	$U_r/U_e^{1)}$	$\cos \varphi^{2)}$			
AC-52a AC-52b	4	1,1	0,65	$T_x^{3)}$	$\leq 1\ 440$	3
AC-53a AC-53b	8		0,35			
AC-58a AC-58b	6		0,35			

I_{LRP} = prospective locked rotor current

I_e = rated operational current

U_e = rated operational voltage

U_r = power frequency recovery voltage

Temperature conditions:

Initial case temperature, C_i , for each test shall be not less than 40 °C plus the maximum case temperature rise during the temperature rise test (9.3.3.3.). During the test, the ambient air temperature shall be between +10 °C and +40 °C.

1) U_r/U_e may be any value during the test sequence, except for the last three full periods of power frequency of the ON-time, plus the 1st s of the ON-time

2) $\cos \varphi$ may be any value during the reduced voltage periods.

3) For a starter or a controller intended to be used only together with a specified overload relay, T_x is replaced by the maximum operating time allowed by the tolerances of its overload relay in the hot state, which is the state of thermal equilibrium reached during the temperature rise test (see 9.3.3.3).

4) Changeover time shall not be greater than three full periods of the power frequency.

Table 7 – Minimum requirements and conditions for performance testing with an induction motor load¹⁾

Utilization category	Test motor parameters				External mechanical load parameters
	K	U/U_e	Power	$\cos \varphi$	
AC-52a, b	≥ 4	1,0	2)	2)	3)
AC-53a, b					
AC-58a, b					
During the test, the motor and the ambient air may be at any temperature between 10 °C and 40 °C. K = ratio of locked rotor current to rated full load current of the test motor					
1) Alternative test loads are under consideration. 2) The test load shall be a 4-pole induction motor of any power rating with the following provisions: 1) the no-load current of the motor must be greater than the minimum load current of the EUT, according to 3.1.11; 2) the rated power factor shall be between 0,75 and 0,80; 3) the stator windings shall be star connected. 3) The parameters of the mechanical load connected to the motor shaft shall be adjusted to produce a decelerating time from base speed to zero speed within the range of 2 s and 4 s.					

L'appareil mécanique de connexion en série dans les gradateurs et les démarreurs hybrides doit pouvoir établir et couper les courants sans défaillance dans des conditions définies à la fois dans les tableaux 8 et 9 pour les catégories d'emploi prescrites et le nombre de cycles de manoeuvres indiqué dans les conditions définies en 9.3.3.5.

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Durée à l'état passant s	Durée à l'état bloqué s	Nombre de cycles de manœuvres
AC-52a, b	4,0	1,05	0,65	0,05	2)	50
AC-53a, b	8,0		1)			
AC-58a, b	6,0		1)			

	Courant I_c	Durée à l'état bloqué
	A	s
I_c = courant établi et coupé, exprimé en courant alternatif, valeur efficace symétrique	$I_c \leq 100$	10
I_e = courant assigné d'emploi	$100 < I_c \leq 200$	20
U_e = tension assignée d'emploi	$200 < I_c \leq 300$	30
U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle	$300 < I_c \leq 400$	40
	$400 < I_c \leq 600$	60
1) Pour $I_e \leq 100$ A: Cos $\varphi = 0,45$	$600 < I_c \leq 800$	80
Pour $I_e > 100$ A: Cos $\varphi = 0,35$	$800 < I_c \leq 1\,000$	100
2) La durée à l'état bloqué ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau ci-contre.	$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
	$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
	$1\,600 < I_c$	240

Conditions d'établissement et de coupure						
Catégorie d'emploi	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	Durée à l'état passant s	Durée à l'état bloqué s	Nombre de cycles de manoeuvres
AC-52a, b	2,0	1,05	0,65	0,05	2)	6 000
AC-53a, b	2,0	1,05	1)			
AC-58a, b	6,0	1,05	0,35	1 10	9 90	5 900 100

I_c = courant établi et coupé, exprimé en courant alternatif, valeur efficace symétrique
 I_e = courant assigné d'emploi
 U_e = tension assignée d'emploi
 U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle

1) Pour $I_e \leq 100$ A: Cos $\varphi = 0,45$
 Pour $I_e > 100$ A: Cos $\varphi = 0,35$

2) La durée à l'état bloqué ne doit pas être supérieure aux valeurs du tableau 8.

8.2.4.2 Making and breaking capacities for hybrid controllers and starters

The series mechanical switching device in hybrid controllers and starters shall be capable of making and breaking currents without failure, under the conditions stated in both table 8 and table 9, for the required utilization categories, and the number of operations indicated as specified in 9.3.3.5.

Table 8 – Making and breaking capacity test; making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid motor controllers H1, H2, H3

Utilization category	Make and break conditions					Number of operating cycles
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	ON-time s	OFF-time s	
AC-52a, b	4,0	1,05	0,65	0,05	2) 50	
AC-53a, b	8,0		1)			
AC-58a, b	6,0		1)			

I_c = current made and broken, expressed in a.c. r.m.s symmetrical values I_e = rated operational current U_e = rated operational voltage U_r = power frequency recovery voltage 1) For $I_e \leq 100$ A: Cos φ = 0,45 For $I_e > 100$ A: Cos φ = 0,35 2) OFF-time shall not be greater than the values given in the chart.	Current I_c A	OFF-time s
	$I_c \leq 100$	10
	$100 < I_c \leq 200$	20
	$200 < I_c \leq 300$	30
	$300 < I_c \leq 400$	40
	$400 < I_c \leq 600$	60
	$600 < I_c \leq 800$	80
	$800 < I_c \leq 1\,000$	100
	$1\,000 < I_c \leq 1\,300$	140
	$1\,300 < I_c \leq 1\,600$	180
$1\,600 < I_c$	240	

Table 9 – Conventional operational performance making and breaking conditions according to utilization categories for the mechanical switching device of hybrid motor controllers H1B, H2B, H3B

Utilization category	Make and break conditions					Number of operating cycles
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$	ON-time s	OFF-time s	
AC-52a, b	2,0	1,05	0,65	0,05	2)	6 000
AC-53a, b	2,0	1,05	1)			
AC-58a, b	6,0	1,05	0,35	1 10	9 90	5 900 100

I_c = current made and broken, expressed in a.c. r.m.s. symmetrical values
 I_e = rated operational current
 U_e = rated operational voltage
 U_r = power frequency recovery voltage

1) For $I_e \leq 100$ A: $\cos \varphi = 0,45$
 For $I_e > 100$ A: $\cos \varphi = 0,35$

2) OFF-times shall not be greater than the values given in table 8.

8.2.5 Coordination avec dispositif de protection contre les courts-circuits

8.2.5.1 Fonctionnement en condition de court-circuit

Le courant assigné de court-circuit conditionnel des gradateurs et démarreurs protégés par un ou des dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) doit être vérifié par des essais de court-circuit comme spécifié en 9.3.4. Ces essais sont obligatoires.

Les caractéristiques assignées du DPCC doivent convenir à toute valeur donnée du courant assigné d'emploi, de la tension assignée d'emploi et à la catégorie d'emploi correspondante.

Deux types de coordination sont admis, le type 1 ou le type 2. Les conditions d'essais sont données en 9.3.4.3.

La coordination de type 1 exige qu'en condition de court-circuit, l'appareil n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et admet que l'appareil puisse ne pas être en mesure de fonctionner ensuite sans réparation ou remplacement de pièces.

La coordination de type 2 exige qu'en condition de court-circuit, l'appareil n'occasionne pas de danger aux personnes ou aux installations et soit en mesure de fonctionner ensuite. Pour les gradateurs et les démarreurs hybrides, le risque de soudure des contacts est admis dans ce cas, le constructeur doit indiquer les mesures à prendre pour la maintenance du matériel.

NOTE L'emploi d'un DPCC non conforme aux recommandations du constructeur peut compromettre la coordination.

8.2.5.2 Sélectivité entre les relais de surcharge et les DPCC

Elle peut être vérifiée par un essai spécial (voir 9.1.5).

8.2.6 Surtensions de manoeuvre

A l'étude.

8.3 Prescriptions concernant la CEM

8.3.1 Généralités

Il est largement admis que l'obtention de la compatibilité électromagnétique entre différents ensembles d'appareils électriques et électroniques est un objectif souhaitable. En effet, dans bon nombre de pays des prescriptions obligatoires pour la CEM existent. Les niveaux d'essai et les prescriptions pour l'obtention d'un niveau admissible de CEM sont donnés dans les articles 8 et 9.

Les prescriptions précisées dans les paragraphes suivants sont incluses afin de permettre l'obtention de compatibilité électromagnétique pour les gradateurs ou démarreurs. Toutes les spécifications d'immunité ou d'émission applicables sont couvertes et aucun essai supplémentaire n'est demandé ou nécessaire. Le résultat en CEM n'est pas garanti dans le cas où le démarreur ou gradateur est sujet à une défaillance de composant électronique. Ces conditions ne sont pas prises en compte et ne font pas partie des prescriptions d'essai.

Tous les phénomènes, que ce soit en émission ou en immunité, sont considérés individuellement; les limites sont données pour des conditions qui ne sont pas considérées comme ayant des effets cumulatifs.

8.2.5 Co-ordination with short-circuit protective devices

8.2.5.1 Performance under short-circuit conditions

The rated conditional short-circuit current of controllers and starters backed up by short-circuit device(s) (SCPDs) shall be verified by short-circuit tests as specified in 9.3.4. These tests are mandatory.

The rating of the SCPD shall be adequate for any given rated operational current, rated operational voltage and the corresponding utilization category.

Two types of co-ordination are permissible, type 1 or type 2. Test conditions for both are given in 9.3.4.3.

Type 1 co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the device shall cause no danger to persons or installation and may not be suitable for further service without repair and replacement of parts.

Type 2 co-ordination requires that, under short-circuit conditions, the device shall cause no danger to persons or installation and shall be suitable for further use. For hybrid controllers and starters, the risk of contact welding is recognized, in which case the manufacturer shall indicate the measures to be taken as regards the maintenance of the equipment.

NOTE Use of a SCPD not in compliance with the manufacturer's recommendations may invalidate the co-ordination.

8.2.5.2 Discrimination between overload relays and SCPDs

This may be verified by a special test (see 9.1.5).

8.2.6 Switching overvoltages

Under consideration.

8.3 EMC requirements

8.3.1 General

It is widely accepted that the achievement of electromagnetic compatibility between different items of electrical and electronic apparatus is a desirable objective. Indeed, in many countries, mandatory requirements for EMC exist. The test levels and requirements to achieve an acceptable level of EMC are given in clauses 8 and 9.

The requirements specified in the following subclauses are included to permit the achievement of electromagnetic compatibility for controllers and starters. All relevant immunity and emission requirements are covered, and additional tests are not required or necessary. EMC performance is not guaranteed in the event that the controller or starter is subject to electronic component failure. These conditions are not considered, and do not form part of the test requirements.

All phenomena, whether emission or immunity, are considered individually: the limits given are for conditions which are not considered to have cumulative effects.

Les gradateurs et les démarreurs sont des dispositifs complexes qui doivent être interconnectés avec d'autres matériels (par exemple moteurs, câbles etc) pour former un réseau. Etant donné que les autres matériels ou les interconnexions peuvent ne pas être de la responsabilité du constructeur de gradateur ou démarreur, les gradateurs et démarreurs doivent être caractérisés en tant que dispositif eux-mêmes par les essais décrits ici, effectués soit dans les locaux du constructeur ou dans une station d'essais au choix du constructeur. Il est de la responsabilité du réalisateur du système (qui peut être également le constructeur des gradateurs ou démarreurs) de s'assurer que les systèmes contenant des gradateurs ou démarreurs satisfont aux prescriptions de toutes les règles et règlements applicables.

Ces paragraphes ne décrivent ni n'affectent les recommandations de sécurité pour un gradateur ou démarreur telles que la protection contre les chocs électriques, la coordination d'isolement et les essais diélectriques correspondants, le fonctionnement dangereux, ou les conséquences dangereuses d'une défaillance.

Les limites d'émission précisées peuvent ne pas fournir une complète protection contre les interférences avec la réception radio ou télévision quand le démarreur ou gradateur est employé à moins de 10 m de la ou des antennes de réception.

8.3.2 Emission

Selon la CISPR 11 il existe deux classes d'appareil.

La classe d'appareil A est la classe courante prévue pour les utilisations dans des environnements industriels.

Le matériel installé dans un emplacement couvert par la présente norme n'est pas directement raccordé à un réseau public de distribution à basse tension, mais est considéré comme étant raccordé à un réseau industriel de distribution avec un transformateur de distribution particulier.

Lorsque les prescriptions de la classe d'appareil A sont insuffisantes pour un environnement industriel particulier, comme par exemple quand des chaînes de mesure sensibles peuvent être perturbées, alors l'utilisateur doit spécifier la classe d'appareil B.

Une étiquette convenable doit être fixée à tout gradateur ou démarreur de la classe A pour prévenir que leur utilisation dans un environnement domestique peut provoquer des interférences radio, par exemple:

ATTENTION

Ce produit a été conçu pour la classe d'appareil A. L'utilisateur du produit dans des environnements domestiques peut produire des interférences radio, dans ce cas l'utilisateur peut être amené à employer des moyens d'atténuation supplémentaires.

Lorsqu'il n'est pas possible de fixer l'étiquette au produit, le constructeur peut donner cette information dans le manuel d'utilisation de telle façon qu'elle attire le regard.

La classe d'appareil B doit être spécifiée lorsque le matériel est prévu pour être installé dans des locaux commerciaux ou des locaux pour industrie légère directement raccordés au réseau public de distribution à basse tension.

La classe d'appareil doit être déclarée par le constructeur dans le manuel utilisateur.

Controllers and starters are complex devices which must be interconnected with other equipment (such as motors, cables, etc.) to form a system. Because the other equipment or the interconnections may not be under the control of the manufacturer of the controller or starter, controllers and starters shall be characterized as stand-alone devices by the tests described herein, conducted either at the manufacturer's premises, or at a test laboratory at the manufacturer's choosing. It shall be the responsibility of the system integrator (who may also be the manufacturer of controllers and starters) to ensure that systems containing controllers or starters comply with the requirements of any rules and regulations applicable.

These clauses do not describe or affect the safety requirements for a controller or starter such as protection against electric shocks, insulation co-ordination, and related dielectric tests, unsafe operation, or unsafe consequence of a failure.

The emission limits specified may not provide full protection against interference to radio and television reception when the controller or starter is used closer than 10 m to the receiving antenna(e).

8.3.2 Emission

According to CISPR 11, there are two equipment classes.

Class A equipment is the usual class, and is intended for use in industrial environments.

Equipment installed in a location covered by this classification is not directly connected to a public low-voltage distribution network but is considered to be connected to an industrial power distribution network with a dedicated distribution transformer.

Where class A equipment standards are insufficient for a particular industrial environment, as, for example, when sensitive measurement channels may be affected, then the user shall specify class B equipment.

A suitable label shall be attached to any class A controller or starter advising that its use within a domestic environment could give rise to radio interference, for example:

ATTENTION

This product has been designed for class A equipment. Use of the product in domestic environments may cause radio interference, in which case the user may be required to employ additional mitigation methods.

If it is not possible to attach the label to the product, the manufacturer may have the option to present this information in the user information, with the provision that the information shall be displayed in a manner that is conspicuous.

Class B equipment is to be specified, when it is to be installed in commercial or light industrial premises, connected directly to the public low-voltage distribution network.

The equipment class shall be stated by the manufacturer in the user information.

8.3.2.1 Emission basse fréquence relative à la fréquence du réseau principal

8.3.2.1.1 Harmoniques

Les gradateurs ou démarreurs de courant assigné inférieur à 16 A et connectés au réseau public de distribution basse tension doivent satisfaire aux prescriptions de la CEI 61000-3-2. Les prescriptions pour les gradateurs ou démarreurs hors du domaine d'application de la CEI 61000-3-2 sont à l'étude. Les essais ne sont pas demandés pour les gradateurs ou démarreurs qui fonctionnent dans l'état de pleine conduction par exemple les variantes 2 et 3 et certaines variantes 1 de gradateurs ou démarreurs, car les émissions harmoniques sont de courte durée lors du démarrage et il n'y a pas d'émission harmonique significative dans l'état de pleine conduction.

8.3.2.1.2 Variation de tension

Ce phénomène ne provient pas de l'action d'un gradateur ou démarreur, par conséquent aucun essai n'est demandé.

8.3.2.2 Emission haute fréquence

8.3.2.2.1 Emissions conduites de fréquence radioélectrique (RF)

Les limites données dans le tableau 14 doivent être vérifiées en accord avec les méthodes de 9.3.5.1.1.

8.3.2.2.2 Emissions rayonnées

Les limites données dans le tableau 15 doivent être vérifiées en accord avec les méthodes de 9.3.5.1.2.

8.3.3 Immunité

8.3.3.1 Généralités

Les perturbations des systèmes électriques peuvent être destructrices ou non destructrices en fonction de l'intensité de ces perturbations. Des perturbations destructrices (tension ou courant) causent des dommages irréversibles à un gradateur ou démarreur. Des perturbations non destructrices peuvent créer des dysfonctionnements temporaires ou des fonctionnements anormaux, mais le gradateur ou démarreur revient au fonctionnement normal après que la perturbation a été réduite ou supprimée; dans quelques cas cela peut nécessiter une intervention manuelle.

Il convient de consulter le constructeur dans les cas où de sévères perturbations extérieures peuvent survenir lorsqu'elles sont supérieures aux niveaux auxquels le gradateur ou démarreur a été essayé, par exemple installation à proximité de télécommande à distance avec de longs câbles de puissance, appareils ISM définis par le CISPR 11, etc.

NOTE L'utilisation soignée de méthodes de découplage pendant l'installation aide à minimiser l'influence des perturbations transitoires extérieures. Par exemple le câblage du circuit de commande devrait être séparé du câblage du circuit de puissance. Lorsque des couplages de câblage par proximité ne peuvent être évités, des câbles tressés ou blindés devraient être utilisés pour les connexions du circuit de commande

Un certain nombre de prescriptions sont détaillées. Les résultats d'essai sont précisés à l'aide des critères de résultats de la série CEI 61000-4. Par commodité, les critères de comportement sont rappelés ici et décrits avec plus de détails spécifiques dans le tableau 10.

8.3.2.1 Low-frequency emission with reference to main power frequency

8.3.2.1.1 Harmonics

Controllers or starters rated less than 16 A and connected to the public low-voltage distribution network, shall comply with the requirements of IEC 61000-3-2. Controllers or starters not within the scope of IEC 61000-3-2 are under consideration. Tests are not required on controllers or starters which run in the FULL-ON state, for example forms 2 and 3 and certain form 1 controllers or starters, because the harmonic emissions are of short duration during starting, and there are no significant harmonic emissions in the FULL-ON state.

8.3.2.1.2 Voltage fluctuation

This phenomenon does not arise from the action of a controller or starter, therefore no tests are required.

8.3.2.2 High-frequency emission

8.3.2.2.1 Conducted radio-frequency (RF) emission

The limits given in table 14 shall be verified in accordance with the procedures of 9.3.5.1.1.

8.3.2.2.2 Radiated emission

The limits given in table 15 shall be verified in accordance with the procedures of 9.3.5.1.2.

8.3.3 Immunity

8.3.3.1 General

Electrical system influences may be destructive or non-destructive, depending on the intensity of the influence. Destructive influences (voltage or current) cause irreversible damage to a controller or starter. Non-destructive influences may cause temporary malfunction or abnormal operation, but the controller or starter returns to normal operation after the influence is minimized or removed; in some cases, this may require manual intervention.

The manufacturer should be consulted in those instances where severe external influences may occur, which are greater than the levels for which the controller or starter has been tested, for example installations in remote locations with long power transmission lines; close proximity to ISM equipment as defined in CISPR 11.

NOTE The careful application of decoupling practices during installation helps to minimize the external transient influences. For example, control circuit wiring should be separated from power circuit wiring. Where closely coupled wiring cannot be avoided, twisted pairs or shielded wiring should be used for control circuit connections.

A number of requirements are listed. The test results are specified using the performance criteria of the IEC 61000-4 series. For convenience, the performance criteria are quoted here, and described in more specific detail in table 10.

Ces critères sont:

- 1) Fonctionnement normal dans les limites spécifiées.
- 2) Dégradation ou perte de fonction temporaire qui est autorécupérable.
- 3) Dégradation ou perte de fonction temporaire nécessitant une intervention d'un opérateur ou un réarmement. Les fonctions normales doivent pouvoir être restaurées par simple intervention, par exemple par réarmement manuel ou redémarrage. Aucun composant ne doit être endommagé.

Les critères d'acceptation qui sont utilisés pour le comportement général (A) lorsqu'un gradateur ou démarreur complet est essayé sont indiqués au tableau 10. Lorsqu'il n'est pas possible d'essayer le gradateur ou le démarreur complet, les essais sont effectués sur des éléments du circuit séparés (B, C, D).

Tableau 10 – Critère d'acceptation ou de fonctionnement en présence de perturbations électromagnétiques

Article	Critère d'acceptation (critère de comportement durant les essais)		
	1	2	3
A Comportement général	Pas de changement notables des caractéristiques de fonctionnement	Changement notables (visibles ou audibles) des caractéristiques de fonctionnement Autorécupération	Changements des caractéristiques de fonctionnement Déclenchement des systèmes de protection Non autorécupérable
B Fonctionnement des circuits de puissance et de commande	Pas de dysfonctionnement	Dysfonctionnement temporaire sans déclenchement ou changement erratique ou audible du couple moteur	Arrêt Déclenchement des systèmes de protection Non autorécupérable
C Fonctionnement des afficheurs et panneaux de commande	Pas de changement visible de l'information affichée Seulement une légère fluctuation de l'intensité lumineuse des DEL ou un léger mouvement des caractères	Changements temporaires visibles ou perte d'information Illumination de DEL non désirée	Arrêt Perte d'affichage permanent ou affichage d'information erronée Mode de fonctionnement non autorisé Non autorécupérable
D Traitement de l'information et fonction de détection	Pas de perturbation de communication ou d'échange de données vers des systèmes externes	Perturbation temporaire de la communication avec des erreurs possibles de transmission des systèmes internes ou externes	Traitement erroné de l'information Perte de données et/ou d'information Erreurs dans la communication Non autorécupérable

8.3.3.2 Décharge électrostatique

Les valeurs et méthodes d'essai sont données en 9.3.5.2.1.

8.3.3.3 Champ électromagnétique à fréquence radio

Les valeurs d'essai et les procédures sont données en 9.3.5.2.2.

8.3.3.4 Transitoires rapides (mode commun) (5/50 ns)

Les valeurs et méthodes d'essai sont données en 9.3.5.2.3.

8.3.3.5 Ondes de chocs (1,2/50/μs-8/20/μs)

Les valeurs et méthodes d'essai sont données en 9.3.5.2.4.

These are:

- 1) Normal performance within the specification limits.
- 2) Temporary degradation, or loss of function or performance, which is self-recoverable.
- 3) Temporary degradation, or loss of function or performance which requires operator intervention or system reset. Normal functions must be restorable by simple intervention, such as by manual reset or restart. There must not be any damaged components.

In table 10, the acceptance criteria are described for overall performance (A), which are used when a complete controller or starter is tested. When it is not possible to test the complete controller or starter, the functional element performances (B,C,D) are to be used.

**Table 10 – Specific acceptance or performance criteria
when EM disturbances are present**

Item	Acceptance criteria (performance during test)		
	1	2	3
A Overall performance	No noticeable changes of the operating characteristic Operating as intended	Noticeable changes (visual or audible) of the operating characteristic Self-recoverable	Changes in operating characteristic Triggering of protective devices Not self-recoverable
B Operation of power and driving circuits	No maloperation	Temporary maloperation which cannot cause tripping, or erratic and audible changes in motor torque	Shut down Triggering of protective devices Not self-recoverable
C Operation of displays and control panels	No changes to visible display information Only slight light intensity fluctuation of LEDs, or slight movement of characters	Temporary visible changes or loss of information Undesired LED illumination	Shut down Permanent loss or display of wrong information Unpermitted operating mode not self-recoverable
D Information processing and sensing functions	Undisturbed communication and data interchange to external devices	Temporarily disturbed communication, with possible error reports of the internal and external devices	Erroneous processing of information Loss of data and/or information Errors in communication Not self-recoverable

8.3.3.2 Electrostatic discharge

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.1.

8.3.3.3 Radio-frequency electromagnetic field

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.2.

8.3.3.4 Fast transients (common mode) (5/50 ns)

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.3.

8.3.3.5 Surges (1,2/50/μs-8/20/μs)

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.4.

8.3.3.6 Harmoniques et encoches de commutation

Les valeurs et méthodes d'essai sont données en 9.3.5.2.5.

8.3.3.7 Creux de tension et microcoupures

Les valeurs et méthodes d'essai sont données en 9.3.5.2.6.

8.3.3.8 Champs magnétiques à fréquence industrielle

Les essais ne sont pas requis. Les essais satisfaisants d'aptitude au fonctionnement (voir 9.3.3.6) démontrent l'immunité.

9 Essais

9.1 Nature des essais

9.1.1 Généralités

Le paragraphe 8.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.1.2 Essais de type

Les essais de type sont destinés à vérifier la conformité de la conception des gradateurs et des démarreurs de tous les types à la présente norme. Ils comprennent les vérifications suivantes:

- a) échauffement (9.3.3.3);
- b) propriétés diélectriques (9.3.3.4);
- c) aptitude au fonctionnement (9.3.3.6);
- d) fonctionnement et limites de fonctionnement (9.3.3.6.3);
- e) pouvoirs assignés de fermeture et de coupure ainsi que le fonctionnement conventionnel en service des appareils mécaniques de connexion en série avec les matériels hybrides (9.3.3.5);
- f) fonctionnement en conditions de court-circuit (9.3.4);
- g) propriétés mécaniques des bornes (le paragraphe 8.2.4 de la CEI 60947-1 est applicable);
- h) degrés de protection des gradateurs et des démarreurs sous enveloppe (l'annexe C de la CEI 60947-1 s'applique);
- i) essai de CEM (9.3.5).

9.1.3 Essais individuels (9.3.6)

Le paragraphe 8.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable, lorsque les essais sur prélèvement (9.1.4) ne sont pas faits.

Les essais individuels des gradateurs et des démarreurs comprennent:

- le fonctionnement et les limites de fonctionnement (9.3.6.2);
- les essais diélectriques (9.3.6.3).

8.3.3.6 Harmonics and commutation notches

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.5.

8.3.3.7 Voltage dips and short time interruptions

The test values and procedures are given in 9.3.5.2.6.

8.3.3.8 Power frequency magnetic field

Tests are not required. Immunity is demonstrated by the successful completion of the operating capability test (see 9.3.3.6).

9 Tests

9.1 Kinds of tests

9.1.1 General

Subclause 8.1.1 of IEC 60947-1 applies.

9.1.2 Type tests

Type tests are intended to verify compliance of the design of controllers and starters of all forms with this standard. They comprise the verification of:

- a) temperature-rise limits (9.3.3.3);
- b) dielectric properties (9.3.3.4);
- c) operating capability (9.3.3.6);
- d) operation and operating limits (9.3.3.6.3);
- e) rated making and breaking capacity and conventional operational performance of series mechanical switching devices of hybrid equipment (9.3.3.5);
- f) performance under short-circuit conditions (9.3.4);
- g) mechanical properties of terminals (8.2.4 of IEC 60947-1 applies);
- h) degrees of protection of enclosed controllers and starters (annex C of IEC 60947-1 applies);
- i) EMC tests (9.3.5).

9.1.3 Routine tests (9.3.6)

Subclause 8.1.2 of IEC 60947-1 applies where sampling tests (9.1.4) are not made instead.

Routine tests for controllers and starters comprise:

- operation and operating limits (9.3.6.2);
- dielectric tests (9.3.6.3).

9.1.4 Essais sur prélèvement (9.3.6)

Les essais sur prélèvement des grandeurs et démarreurs comprennent:

- le fonctionnement et les limites de fonctionnement (9.3.6.2);
- les essais diélectriques (9.3.6.3).

Le paragraphe 8.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants:

Un constructeur peut utiliser s'il le désire les essais sur prélèvement à la place des essais individuels. L'échantillonnage doit satisfaire aux prescriptions indiquées dans la CEI 60410 ou être supérieur (voir tableau IIA de la CEI 60410).

L'échantillonnage est basé sur un NQA ≤ 1 :

- critère d'acceptation $A_c = 0$ (aucun défaut accepté);
- critère de rejet $R_e = 1$ (pour 1 défaut, tout le lot doit être essayé).

Le prélèvement doit être fait à intervalles réguliers pour chaque lot individualisé.

D'autres méthodes statistiques satisfaisant aux prescriptions de la CEI 60410 peuvent être utilisées, par exemple des méthodes statistiques assurant la maîtrise de la fabrication en continu ou la maîtrise de procédés incluant des calculs de capacité.

Les essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement conformément à 8.3.3.4.3 de la CEI 60947-1 sont à l'étude.

9.1.5 Essais spéciaux (9.4)

Les essais spéciaux pour les gradateurs et les démarreurs comprennent:

- sélectivité entre les relais de surcharge et les DPCC (voir annexe C).

9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction

Le paragraphe 8.2 de la CEI 60947-1 est applicable (voir aussi la note de 8.1).

9.3 Conformité aux prescriptions relatives au fonctionnement

9.3.1 Séquences d'essais

Chaque séquence d'essais est effectuée sur un échantillon à l'état neuf.

NOTE 1 Avec l'accord du constructeur, plus d'une séquence d'essais ou toutes les séquences d'essais peuvent être effectuées sur un seul échantillon. Cependant, les essais doivent être effectués selon la séquence donnée pour chaque échantillon.

NOTE 2 Quelques essais sont inclus dans les séquences uniquement afin de réduire le nombre d'échantillons requis, les résultats n'ayant aucune signification pour les essais qui précèdent et les essais qui suivent dans la séquence. En conséquence, pour la commodité des essais et avec l'accord du constructeur, ces essais peuvent être effectués sur des échantillons neufs séparés et omis dans la séquence correspondante. Ceci n'est applicable que pour les essais suivants lorsqu'ils sont prescrits:

8.3.3.4.1 alinéa 5) de la CEI 60947-1: *Vérification des lignes de fuite*;

8.2.4 de la CEI 60947-1: *Propriétés mécaniques des bornes*;

annexe C de la CEI 60947-1: *Degrés de protection des matériels sous enveloppe*.

9.1.4 Sampling tests (9.3.6)

Sampling tests for controllers and starters comprise:

- operation and operating limits (9.3.6.2);
- dielectric tests (9.3.6.3).

Subclause 8.1.3 of IEC 60947-1 applies, with the following amplification:

A manufacturer may use sampling tests instead of routine tests at his own discretion. Sampling shall meet or exceed the following requirements, as specified in IEC 60410 (see table II A of IEC 60410).

Sampling is based on AQL ≤ 1 :

- acceptance number $A_c = 0$ (no defect accepted);
- rejection number $R_e = 1$ (if 1 defect, the entire lot shall be tested).

Sampling shall be made at regular intervals for each specific lot.

Alternative statistical methods that ensure compliance with the above IEC 60410 requirements can be used, for example statistical methods controlling continuous manufacturing or process control with capability index.

Sampling tests for clearance verification according to 8.3.3.4.3 of IEC 60947-1 are under consideration.

9.1.5 Special tests (9.4)

Special tests for controllers and starters comprise:

- discrimination between overload relays and SCPDs (see annex C).

9.2 Compliance with constructional requirements

Subclause 8.2 of IEC 60947-1 applies (however, see note to 8.1).

9.3 Compliance with performance requirements

9.3.1 Test sequences

Each test sequence is made on a new sample.

NOTE 1 With the agreement of the manufacturer, more than one test sequence, or all sequences, may be conducted on one sample. However, the tests are to be conducted in the sequence given for each sample.

NOTE 2 Some tests are included in the sequences solely to reduce the number of samples required; the results have no significance for the preceding or following tests in the sequence. Therefore, for convenience of testing and by agreement with the manufacturer, these tests may be conducted on separate new samples and omitted from the relevant sequence. This only applies to the following tests when called for:

8.3.3.4.1 item 5) of IEC 60947-1: *Verification of creepage distance*;

8.2.4 of IEC 60947-1: *Mechanical properties of terminals*;

annex C of IEC 60947-1: *Degrees of protection of enclosed equipment*.

Les séquences d'essais doivent être les suivantes:

- a) *Séquence d'essais I*
 - i) vérification de l'échauffement (9.3.3.3)
 - ii) vérification des propriétés diélectriques (9.3.3.4)
- b) *Séquence d'essais II: Vérification de l'aptitude au fonctionnement (9.3.3.6)*
 - i) Essai de stabilité thermique (9.3.3.6.1)
 - ii) Essai de capacité de surcharge (9.3.3.6.2)
 - iii) Essai d'aptitude à la commutation et capacité de blocage (9.3.3.6.3) comprenant la vérification du fonctionnement et des limites de fonctionnement.
- c) *Séquence d'essais III*
 - i) Vérification du fonctionnement en condition de court-circuit (9.3.4).
- d) *Séquence d'essais IV*
 - i) Vérification des propriétés mécaniques des bornes (8.2.4 de la CEI 60947-1)
 - ii) Vérification des degrés de protection des matériels sous enveloppe (annexe C de la CEI 60947-1)
- e) *Séquence d'essais V*
 - Essais de CEM (9.3.5)

9.3.2 Conditions générales d'essai

Le paragraphe 8.3.2 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

Sauf spécification contraire de la clause d'essai concernée, le couple de serrage des connexions doit être celui qui est précisé par le constructeur ou, s'il n'est pas précisé, celui qui figure au tableau 4 de la CEI 60947-1.

Dans le cas où plusieurs radiateurs sont spécifiés, celui qui a la résistance thermique la plus élevée doit être utilisé.

Des moyens de mesure en valeur efficace vraie devront être utilisés pour la tension et le courant.

9.3.3 Fonctionnement à vide, dans les conditions normales de charge et dans les conditions de surcharge

9.3.3.1 Disponible

9.3.3.2 Disponible

9.3.3.3 Echauffement

9.3.3.3.1 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 8.3.3.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.3.2 Mesure de la température des organes

Le paragraphe 8.3.3.3.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

The test sequence shall be as follows:

- a) *Test sequence I*
 - i) Verification of temperature rise (9.3.3.3)
 - ii) Verification of dielectric properties (9.3.3.4)
- b) *Test sequence II: Operating capability verification (9.3.3.6)*
 - i) Thermal stability test (9.3.3.6.1)
 - ii) Overload capability test (9.3.3.6.2)
 - iii) Blocking and commutating capability test (9.3.3.6.3), including verification of operation and operating limits
- c) *Test sequence III*
 - i) Performance under short-circuit conditions (9.3.4)
- d) *Test sequence IV*
 - i) Verification of mechanical properties of terminals (8.2.4 of IEC 60947-1)
 - ii) Verification of degrees of protection of enclosed equipment (annex C of IEC 60947-1)
- e) *Test sequence V*
 - EMC tests (9.3.5)

9.3.2 General test conditions

Subclause 8.3.2 of IEC 60947-1 applies, with the following addition:

Unless otherwise specified in the relevant test clause, the clamping torque for connections shall be that specified by the manufacturer or, if not specified, the torque given in table 4 of IEC 60947-1.

In the case where several heat sinks are specified, the one which has the higher thermal resistance shall be used.

True r.m.s. voltage and current measuring means shall be used.

9.3.3 Performance under no load, normal load, and overload conditions

9.3.3.1 Vacant

9.3.3.2 Vacant

9.3.3.3 Temperature rise

9.3.3.3.1 Ambient air temperature

Subclause 8.3.3.3.1 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.2 Measurement of the temperature of parts

Subclause 8.3.3.3.2 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.3 Echauffement d'un organe

Le paragraphe 8.3.3.3.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.3.3.4 Echauffement du circuit principal

Le paragraphe 8.3.3.3.4 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants:

Les dispositifs de mesure doivent être fixés sur la surface du boîtier du dispositif de commutation à semiconducteurs susceptible d'avoir l'échauffement le plus élevé pendant cet essai. La température finale du boîtier, T_f , et la température ambiante finale, A_f , doivent être enregistrées pour être utilisées pendant l'essai de 9.3.3.6.2.

Le circuit principal doit être alimenté comme indiqué en 8.2.2.4.

Tous les circuits auxiliaires parcourus normalement par du courant doivent être alimentés à la valeur maximale de leur courant assigné d'emploi (voir 5.6) et les circuits de commande doivent être alimentés à leurs tensions assignées.

Le démarreur doit être équipé d'un relais de surcharge répondant aux dispositions de 5.7 et choisi comme suit:

- relais non réglable:
le courant de réglage doit être égal au courant maximal d'emploi du démarreur et l'essai doit être effectué à ce courant;
- relais réglable:
le courant de réglage maximal doit être celui qui est le plus proche du courant maximal du démarreur, sans dépasser celui-ci.

Pour les démarreurs l'essai doit être effectué avec le relais de surcharge pour lequel le courant de réglage est le plus voisin du maximum de son échelle.

NOTE La méthode de sélection décrite ci-dessus est conçue pour s'assurer que l'échauffement des bornes du relais de surcharge raccordées sur le site, et la puissance dissipée par le démarreur ne sont pas inférieurs à ceux qui auraient lieu avec toute combinaison d'un relais et d'un gradateur. Dans les cas où l'influence du relais de surcharge sur ces valeurs n'est pas significative (c'est-à-dire dans le cas des relais statiques de surcharge), le courant d'essai doit toujours être le courant maximal d'emploi du démarreur.

9.3.3.3.5 Echauffement des circuits de commande

Le paragraphe 8.3.3.3.5 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Echauffement des circuits auxiliaires

Le paragraphe 8.3.3.3.7 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

L'échauffement doit être mesuré au cours de l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.3 Temperature rise of a part

Subclause 8.3.3.3.3 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.4 Temperature rise of the main circuit

Subclause 8.3.3.3.4 of IEC 60947-1 applies, with the following additions:

Temperature sensing means shall be attached to the outer surface of the case of the one semiconductor switching device that is most likely to produce the highest temperature rise during this test. The final case temperature, C_f , and the final ambient temperature, A_f , shall be recorded for use in the test of 9.3.3.6.2.

The main circuit shall be loaded as stated in 8.2.2.4.

All auxiliary circuits which normally carry current shall be loaded at their maximum rated operational current (see 5.6), and the control circuits shall be energized at their rated voltages.

Starters shall be fitted with an overload relay, complying with 5.7, and selected as follows:

- non-adjustable relay:
the current setting shall be equal to the maximum operational current of the starter, and the test shall be at this current;
- adjustable relay:
the maximum current setting shall be that which is nearest to, but not greater than, the maximum operational current of the starter.

For starters, the test shall be made with that overload relay for which the current setting is nearest to the maximum of its scale.

NOTE The selection method described above is designed to ensure that the temperature rise of these field wiring terminals of the overload relay, and the power dissipated by the starter, are not less than those that will occur under any combination of relay and controller. In cases where the effect of the overload relay on these values is insignificant (as in solid-state overload relays), the test current shall always be the maximum operational current of the starter.

9.3.3.3.5 Temperature rise of control circuits

Subclause 8.3.3.3.5 of IEC 60947-1 applies, with the following addition:

The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.6 Temperature rise of auxiliary circuits

Subclause 8.3.3.3.7 of IEC 60947-1 applies, with the following addition:

The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.4 Propriétés diélectriques

9.3.3.4.1 Essais de type

1) Conditions générales pour les essais de tension de tenue

Le paragraphe 8.3.3.4.1 1) de la CEI 60947-1 s'applique à l'exception de la dernière note. Voir aussi 8.2.3.

2) Vérification de la tension de tenue aux chocs

a) Généralités

Le paragraphe 8.3.3.4.1 2) a) de la CEI 60947-1 s'applique.

b) Tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.1 2) b) de la CEI 60947-1 s'applique avec la phrase suivante ajoutée.

Pour tout élément dont la tenue diélectrique n'est pas sensible à l'altitude (par exemple optocoupleur, élément enrobé, etc.), l'application du coefficient correcteur d'altitude n'est pas applicable.

c) Application de la tension d'essai

Le matériel étant monté et préparé comme spécifié au point 1) ci-dessus, la tension d'essai est appliquée comme suit:

- i) entre tous les pôles du circuit principal reliés entre eux (y compris les circuits de commande et auxiliaires reliés au circuit principal) et l'enveloppe ou l'embase de montage avec, le cas échéant, les contacts dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- ii) pour les pôles du circuit principal déclarés isolés galvaniquement des autres pôles: entre chaque pôle et les autres pôles reliés entre eux et à l'enveloppe ou l'embase de montage avec, le cas échéant, les contacts dans toutes leurs positions normales de fonctionnement;
- iii) entre chaque circuit de commande et circuit auxiliaire qui n'est pas normalement relié au circuit principal et
 - le circuit principal;
 - les autres circuits;
 - les parties conductrices exposées;
 - l'enveloppe ou l'embase de montage, qui, dans les cas appropriés, peuvent être reliés entre eux;
- iv) pour les matériels aptes au sectionnement, à travers les pôles du circuit principal, les bornes amont étant reliées entre elles et les bornes aval étant reliées entre elles. La tension d'essai doit être appliquée entre les bornes amont et aval du matériel, les contacts étant en position d'ouverture sectionnée, et sa valeur doit être comme cela est spécifié en 1) b) de 7.2.3.1 de la CEI 60947-1.

d) Critères d'acceptation

Le paragraphe 8.3.3.4.1 2) d) de la CEI 60947-1 s'applique.

3) Vérification de la tenue à fréquence industrielle de l'isolation solide

a) Généralités

Le paragraphe 8.3.3.4.1 3) a) de la CEI 60947-1 s'applique.

b) Tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.1 3) b) de la CEI 60947-1 s'applique avec la phrase suivante ajoutée à la fin du premier alinéa.

Si une tension d'essai alternative ne peut pas être utilisée en raison de la présence d'éléments de filtres CEM qui ne peuvent pas être facilement déconnectés, une tension d'essai continue ayant la même valeur que la valeur crête de la tension alternative sélectionnée peut être appliquée.

9.3.3.4 Dielectric properties

9.3.3.4.1 Type tests

1) General conditions for withstand voltage tests

Subclause 8.3.3.4.1 1) of IEC 60947-1 applies except the last note. See also 8.2.3.

2) Verification of impulse withstand voltage

a) General

Subclause 8.3.3.4.1 2) a) of IEC 60947-1 applies.

b) Test voltage

Subclause 8.3.3.4.1 2) b) of IEC 60947-1 applies with the following sentence added.

For any part for which the dielectric properties are not sensitive to altitude (e.g. opto-coupler, potted parts, etc.) the correction factor for altitude is not applicable.

c) Application of test voltage

With the equipment mounted and prepared as specified in item 1) above, the test voltage is applied as follows:

- i) between all the terminals of the main circuit connected together (including the control and auxiliary circuits connected to the main circuit) and the enclosure or mounting plate, with the contacts, if any, in all normal positions of operation;
- ii) for poles of the main circuit declared galvanically separated from the other poles: between each pole and the other poles connected together and to the enclosure or mounting plate, with the contacts, if any, in all normal positions of operation;
- iii) between each control and auxiliary circuit not normally connected to the main circuit and
 - the main circuit;
 - the other circuits;
 - the exposed conductive parts;
 - the enclosure or mounting plate, which, wherever appropriate, may be connected together.
- iv) for equipment suitable for isolation, across the poles of the main circuit, the line terminals being connected together and the load terminals connected together. The test voltage shall be applied between the line and load terminals of the equipment with the contacts in the isolated open position and its value shall be as specified in item 1) b) of 7.2.3.1 of IEC 60947-1.

d) Acceptance criteria

Subclause 8.3.3.4.1 2) d) of IEC 60947-1 applies.

3) Power frequency withstand verification of solid insulation

a) General

Subclause 8.3.3.4.1 3) a) of IEC 60947-1 applies.

b) Test voltage

Subclause 8.3.3.4.1 3) b) of IEC 60947-1 applies with the following sentence added at the end of the first paragraph.

If an alternating test voltage cannot be applied due to the EMC filter components, which cannot easily be disconnected, a direct test voltage may be used having the same value as the crest value of the projected alternating test voltage.

c) Application de la tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.1 3) c) de la CEI 60947-1 s'applique avec les deux dernières phrases modifiées comme suit:

La tension d'essai doit être appliquée pendant 5 s, dans les conditions suivantes:

- suivant les prescriptions des points i), ii) et iii) du 2) c) ci-dessus;
- dans le cas de gradateurs ou démarreurs hybrides à semiconducteurs, à travers les pôles du circuit principal, les bornes amont étant reliées ensemble et les bornes aval étant reliées ensemble.

d) Critères d'acceptation

Le paragraphe 8.3.3.4.1 3) d) de la CEI 60947-1 s'applique.

4) Vérification de la tenue à fréquence industrielle après les essais de manœuvre en charge et les essais de court-circuit

a) Généralités

Le paragraphe 8.3.3.4.1 4) a) de la CEI 60947-1 s'applique.

b) Tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.1 4) b) de la CEI 60947-1 s'applique.

c) Application de la tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.1 4) c) de la CEI 60947-1 s'applique avec la phrase suivante ajoutée à la fin de l'alinéa.

L'usage d'une feuille métallique, comme mentionné en 8.3.3.4.1 1) de la CEI 60947-1, n'est pas requis.

d) Critères d'acceptation

Le paragraphe 8.3.3.4.1 4) d) de la CEI 60947-1 s'applique.

5) Vérification de la tenue à fréquence industrielle après traitement à l'humidité

Le paragraphe 8.3.3.4.1 5) de la CEI 60947-1 s'applique.

6) Vérification de la tenue en courant continu

Le paragraphe 8.3.3.4.1 6) de la CEI 60947-1 s'applique.

7) Vérification des lignes de fuite

Le paragraphe 8.3.3.4.1 7) de la CEI 60947-1 s'applique.

8) Vérification du courant de fuite du matériel apte au sectionnement

Le courant de fuite ne doit pas dépasser les valeurs de 7.2.7 de la CEI 60947-1.

9.3.3.4.2 Disponible

9.3.3.4.3 Essais sur prélèvement pour la vérification des distances d'isolement

1) Généralités

Le paragraphe 8.3.3.4.3 1) de la CEI 60947-1 s'applique.

2) Tension d'essai

La tension d'essai doit être celle correspondant à la tension assignée de tenue aux chocs.
Les plans et les règles d'échantillonnage sont à l'étude.

3) Application de la tension d'essai

Le paragraphe 8.3.3.4.3 3) de la CEI 60947-1 s'applique.

4) Critères d'acceptation

Le paragraphe 8.3.3.4.3 4) de la CEI 60947-1 s'applique.

c) Application of test voltage

Subclause 8.3.3.4.1 3) c) of IEC 60947-1 applies with the two last sentences modified as follows:

The test voltage shall be applied for 5 s, with the following conditions:

- in accordance with items i), ii) and iii) of 2) c) above;
- for hybrid semiconductor controller or starters, across the poles of the main circuit, the line terminals being connected together and the load terminals connected together.

d) Acceptance criteria

Subclause 8.3.3.4.1 3) d) of IEC 60947-1 applies.

4) Power-frequency withstand verification after switching and short-circuit tests

a) General

Subclause 8.3.3.4.1 4) a) of IEC 60947-1 applies.

b) Test voltage

Subclause 8.3.3.4.1 4) b) of IEC 60947-1 applies.

c) Application of test voltage

Subclause 8.3.3.4.1 4) c) of IEC 60947-1 applies with the following sentence added at the end of the paragraph.

The use of a metal foil, as mentioned in 8.3.3.4.1 1) of IEC 60947-1, is not required.

d) Acceptance criteria

Subclause 8.3.3.4.1 4) d) of IEC 60947-1 applies.

5) Power-frequency withstand verification after humidity treatment

Subclause 8.3.3.4.1 5) of IEC 60947-1 applies.

6) Verification of d.c. withstand voltage

Subclause 8.3.3.4.1 6) of IEC 60947-1 applies.

7) Verification of creepage distances

Subclause 8.3.3.4.1 7) of IEC 60947-1 applies.

8) Verification of leakage current of equipment suitable for isolation

The maximum leakage current shall not exceed the values of 7.2.7 of IEC 60947-1.

9.3.3.4.2 Vacant**9.3.3.4.3 Sampling tests for verification of clearances**

1) General

Subclause 8.3.3.4.3 1) of IEC 60947-1 applies.

2) Test voltage

The test voltage shall be that corresponding to the rated impulse withstand voltage.

Sampling plans and procedure are under consideration.

3) Application of test voltage

Subclause 8.3.3.4.3 3) of IEC 60947-1 applies.

4) Acceptance criteria

Subclause 8.3.3.4.3 4) of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.5 Pouvoirs assignés de fermeture et de coupure et fonctionnement conventionnel en service des appareils mécaniques de connexion en série dans les matériels hybrides

On doit vérifier que l'appareil mécanique de connexion en série dans un matériel hybride satisfait aux prescriptions de 8.2.4.2. Cette vérification peut être réalisée en essayant cet appareil comme un composant séparé ou en court-circuitant chaque pôle de l'appareil à semiconducteurs. Si l'appareil mécanique de connexion en série a satisfait au préalable à des essais non moins sévères que les conditions données aux tableaux 8 et 9, aucun essai n'est exigé.

9.3.3.6 Aptitude au fonctionnement

La conformité aux prescriptions de l'aptitude au fonctionnement de 8.2.4.1 doit être vérifiée pour les trois essais suivants:

- essai de stabilité thermique;
- essai d'aptitude en surcharge;
- essai de tenue au blocage et aptitude à la commutation.

Les essais simulent un service de 8 h.

Les connexions au circuit principal doivent être semblables à celles qui sont prévues lorsque le matériel est en service. La tension de commande doit être fixée à 110 % de la tension assignée d'alimentation de commande U_S .

Si le gradateur d'un démarreur a par ailleurs satisfait à un essai d'aptitude au fonctionnement et répond aux prescriptions de 5.4.1 il n'est pas nécessaire d'essayer le démarreur pour attribuer ses caractéristiques suivant les résultats d'essai.

Tableau 11 – Spécification d'essai pour la stabilité thermique

Rubrique	Niveau	Instructions
Objectif de l'essai	Vérifier que la variation de température entre des cycles successifs de fonctionnement identiques dans une séquence est inférieure à 5 % dans une période de 8 h	
Durée de l'essai	Effectuer l'essai jusqu'à $\Delta_n \leq 0,05$ ou après 8 h $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$	
Conditions d'essai	Tableau 5	
Température de l'EUT ¹⁾	C_n , température de boîtier	Moyen de détecteur de la température fixés sur la surface extérieure d'un dispositif de connexion à semiconducteur (9.3.3.3.4) Surveiller le composant de puissance à semiconducteur susceptible d'être le plus chaud
Température ambiante	A_n , tout niveau convenable	Moyens de détection de la température pour surveiller les changements de la température ambiante (8.3.3.3.1 de la CEI 60947-1 est applicable)
Résultats à obtenir	a) $\Delta_n \leq 0,05$ pendant une période de 8 h b) Pas de détérioration visuelle évidente (c'est-à-dire fumée, décoloration)	
1) Matériel en essai.		

9.3.3.5 Rated making and breaking capacity and conventional operational performance of series mechanical switching devices of hybrid equipment

It shall be verified that the series mechanical switching device in hybrid equipment meets the requirements of 8.2.4.2. This verification can be achieved by testing the series mechanical switching device as a separate component, or by shorting out each pole of the semiconductor device. If the series mechanical switching device has passed previous tests no less severe than the requirements and conditions given in table 8 and table 9, no testing is required by this clause.

9.3.3.6 Operating capability

Compliance with the operating capability requirements of 8.2.4.1 shall be verified by the following three tests:

- thermal stability test;
- overload capability test;
- blocking and commutation capability test.

The tests simulate 8 h duty.

Connections to the main circuit shall be similar to those intended to be used when the equipment is in service. The control voltage shall be fixed at 110 % of the rated control supply voltage, U_s .

If the controller within a starter has satisfied the requirements of a previous operating capability test, and meets the requirements for assigning ratings based on the results of test as given in 5.4.1, the starter need not be tested.

Table 11 – Thermal stability test specifications

Item	Level	Instructions
Test objective	To verify that the temperature variation between successive identical operating cycles in a sequence reduces to less than 5 % within an 8 h period.	
Test duration	Run test until $\Delta_n \leq 0,05$ or 8 h have elapsed $\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1})/(C_{n-1})$	
Test conditions	Table 5	
EUT ¹⁾ temperature	C_n , case temperature	Temperature sensing means attached to the outer surface of one semiconductor switching device (9.3.3.3.4). Monitor the semiconductor switching device that is likely to be the hottest.
Ambient temperature	A_n , any level convenient	Temperature sensing means to monitor changes in ambient temperature (8.3.3.3.1of IEC 60947-1 applies).
Results to be obtained	a) $\Delta_n \leq 0,05$ within 8 h b) No visual evidence of damage (such as smoke, discoloration)	
1) Equipment under test.		

Tableau 12 – Conditions de température initiale du boîtier

Numéro du cycle de manoeuvre	Température initiale du boîtier, C_i °C
1	Non inférieure à 40 °C
2	Température la plus élevée permettant à nouveau le réarmement après le premier cycle de fonctionnement du relais de surcharge du démarreur ou du relais de surcharge recommandé par le constructeur destiné à être utilisé avec le gradateur.
3 et 4	≥40 °C plus l'échauffement maximal du boîtier pendant l'essai d'échauffement (9.3.3.3)

9.3.3.6.1 Procédure d'essai de stabilité thermique

Les spécifications d'essais et les critères d'acceptation sont données dans le tableau 11. Les profils d'essai sont représentés dans la figure F.1.

- 1) Attribuer un numéro d'ordre, n , à chaque période de passage de courant dans les séquences d'essais (c'est-à-dire $n = 0, 1, 2, \dots, n-1, N$).
- 2) Enregistrer la température initiale du boîtier C_0 . Enregistrer la température ambiante initiale A_0 .
- 3) Ajuster le courant d'essai, I_T , au niveau 1 (voir tableau 5). Mettre n à une nouvelle valeur telle que $n = n+1$.
- 4) Appliquer la tension d'essai, U_T , aux bornes d'entrée principales de l'EUT (matériel en essai). U_T peut rester appliquée pour la durée de l'essai ou peut être appliquée et retirée de façon synchronisée avec le fonctionnement de la tension de commande, U_c .

Commuter l'EUT sur l'état passant (la tension de commande de l'EUT, U_c , est appliquée).

- 5a) Cette étape est applicable seulement à AC-52a, AC-53a, AC-58a.
Après un temps T_x (tableau 5), mettre le courant d'essai I_t au niveau 2.
Après le temps pour le niveau 2, commuter l'EUT à l'état non passant.
- 5b) Cette étape est applicable seulement à AC-52b, AC-53b, AC-58b.
Après le temps T_x (tableau 5), commuter l'EUT à l'état non passant.
- 6) Enregistrer la température du boîtier C_n . Enregistrer la température ambiante A_n .
- 7) *Décision pour arrêter (ou poursuivre) l'essai*
 - a) Calculer le facteur de changement de l'échauffement du boîtier:

$$\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$$

- b) Vérifier la conformité des résultats à obtenir (tableau 11)

Si $\Delta_n > 0,05$, et la durée totale de l'essai est inférieure à 8 h et les résultats à obtenir (a) et b) du tableau 11) sont respectés, répéter les étapes 3 à 7.

Si $\Delta_n > 0,05$, et la durée totale de l'essai est supérieure à 8 h et les résultats à obtenir ne sont pas respectés, arrêter l'essai. C'est un défaut.

Si $\Delta_n \leq 0,05$, et la durée totale de l'essai est inférieure à 8 h et les résultats à obtenir sont respectés, arrêter l'essai. L'essai est conforme.

Table 12 – Initial case temperature requirements

Operating cycle number	Initial case temperature, C_i °C
1	Not less than 40 °C
2	Highest temperature enabling resetting after the first operating cycle of the overload relay of the starter, or the overload relay recommended by the manufacturer to be used together with the controller.
3 and 4	≥40 °C plus the maximum case temperature rise during the temperature rise test (9.3.3.3)

9.3.3.6.1 Thermal stability test procedure

Test specifications and acceptance criteria are given in table 11. The test profiles are illustrated in figure F.1.

- 1) Assign a sequence number, n , to each on-load period in the test series (as $n = 0, 1, 2, \dots, n-1, N$).
- 2) Record initial case temperature C_0 . Record initial ambient temperature A_0 .
- 3) Set test current, I_T , level 1 (see table 5). Change n to a new value where $n = n+1$.
- 4) Apply test voltage, U_T , to the input main circuit terminals of the EUT (equipment under test). U_T may remain applied for the duration of the test, or may be switched ON-OFF in synchronism with the operation of control voltage, U_C .

Switch EUT to ON-state (EUT control voltage, U_C , is ON).

- 5a) This step applies to AC-52a, AC-53a, AC-58a only.
After time interval T_x (table 5), change test current, I_t , to level 2.
After time interval for level 2, switch EUT to OFF-state.

- 5b) This step applies to AC-52b, AC-53b, AC-58b only.
After time interval T_x (table 5), switch EUT to OFF-state.

- 6) Record case temperature C_n . Record ambient temperature A_n .

- 7) *Decision to terminate (or continue) test:*

- a) Calculate case temperature rise change factor:

$$\Delta_n = (C_n - C_{n-1} - A_n + A_{n-1}) / (C_{n-1})$$

- b) Check compliance with results to be obtained (table 11)

If $\Delta_n > 0,05$, total test time is less than 8 h, and results to be obtained (a) and b) of table 11) are not violated, repeat steps 3 to 7.

If $\Delta_n > 0,05$, and total test time is greater than 8 h, or results to be obtained are violated, end test. This is a failure.

If $\Delta_n \leq 0,05$, and total test time is less than 8 h, and results to be obtained are not violated, end test. This is successful compliance.

9.3.3.6.2 Procédure d'essai de capacité de surcharge

1) Conditions d'essai

- a) Se référer au tableau 6. Le profil d'essai est représenté en figure F.2.
- b) Les gradateurs et les démarreurs utilisant un dispositif supplémentaire pouvant commander la coupure du courant, en plus du relais de surcharge fournissant une protection en conditions de surcharge pendant la vitesse normale à l'état pleine conduction, doivent être essayés avec ce dispositif en place. Dans cet essai il est acceptable que le dispositif fasse commuter l'EUT à l'état bloqué dans un temps plus court que la durée de conduction spécifiée.

2) Réglage de l'EUT

- a) L'EUT doit être réglé pour réduire le temps d'établissement du courant d'essai I_{LRP} .
- b) L'EUT équipé d'une limitation de courant doit être réglé à la valeur la plus élevée de X spécifiée pour I_e .
- c) Lorsque l'EUT est un démarreur, son relais de surcharge doit être neutralisé et T_x doit être ajusté selon la note 3 du tableau 6.

3) Essai

- a) Etablir des conditions initiales.
- b) Appliquer la tension d'essai aux bornes du circuit principal d'entrée de l'EUT.
(Avec la variante HxA, le contact du dispositif de connexion mécanique en série est fermé. Avec la variante HxB celui-ci est ouvert.)
La tension d'essai doit être appliquée pendant la durée de l'essai.

- c) Commuter l'EUT à l'état passant
- d) A la fin du temps prescrit à l'état passant (tableau 6) commuter l'EUT à l'état non passant.

NOTE Dans le cas de la variante HxB, l'état non passant est remplacé par l'état ouvert.

- e) Répéter les étapes c) et d) deux fois. Fin de l'essai.

Pour un EUT ayant une limitation de courant pendant le démarrage du moteur (et une possibilité d'arrêt) mais non dans l'état de pleine conduction, la procédure d'essai de capacité de surcharge pour vérifier la conformité de l'EUT aux prescriptions de 8.2.4.1 est la suivante:

- i) Après deux cycles de fonctionnement comme décrit ci-dessus, l'EUT est commuté à l'état passant et traversé par un courant initial I_0 non supérieur à I_e .
- ii) L'EUT étant en pleine conduction, le circuit d'essai spécifié au tableau 6 est connecté à la charge à l'aide d'un interrupteur extérieur. Il ne doit pas y avoir d'interruption de courant pendant le passage du courant I_0 à I_{LRP} .
- iii) En accord avec le tableau 4, le courant d'essai I_{LRP} est maintenu pendant T_x secondes avant l'établissement d'un état bloqué par l'EUT. Il est admis que l'EUT puisse passer à l'état bloqué au bout d'un temps inférieur à T_x lorsqu'il est équipé d'une protection convenable contre les surcharges.
- iiii) Ce cycle de fonctionnement est effectué deux fois.

Les conditions de température initiales du boîtier pour les quatre cycles de fonctionnement requis doivent être conformes à celles du tableau 12.

4) Vérifier les critères (voir 9.3.3.6.4)

- a) Pas de perte de l'aptitude à la commutation.
- b) Pas de perte de capacité de blocage.
- c) Pas de perte de fonction.
- d) Pas de détérioration visible.

9.3.3.6.2 Overload capability test procedure

1) Test conditions:

- a) Refer to table 6. The test profile is represented in figure F.2.
- b) Controllers and starters, utilizing a current controlled cut-out device in addition to an overload relay to provide protection against overload conditions during running in the FULL-ON state, shall be tested with the cut-out device in place. In this test, it is acceptable for the cut-out device to switch the EUT to the OFF-state in a time shorter than the specified ON-time.

2) EUT adjustments

- a) EUT shall be adjusted to minimize the time to establish the test current level, I_{LRP} .
- b) EUT fitted with a current-limit function shall be set to the highest value of X specified for I_e .
- c) Where the EUT is a starter, its overload relay shall be disabled, and T_x shall be set in accordance with note 3 of table 6.

3) Test

- a) Establish initial conditions.
- b) Apply test voltage to the input main circuit terminals of the EUT.
(With form HxA, the series mechanical switching device contact is closed. With form HxB, the series mechanical switching device is open.)
The test voltage shall be applied for the duration of the test.

- c) Switch the EUT to ON-state.
- d) After the ON-time (table 6), switch the EUT to the OFF-state.

NOTE In the case of form HxB, the OFF-state will be replaced by the OPEN-state.

- e) Repeat steps c) and d) twice. End test.

In the case of the EUT having a current limit function during motor starting (and possibly stopping), but not in the FULL-ON state, the overload capability test procedure for verification of compliance of the EUT with the requirements of 8.2.4.1 is the following:

- i) After two operating cycles as described above, the EUT is switched to the ON-state, and loaded with an initial test current I_0 , not higher than I_e .
- ii) With the EUT in the FULL-ON state, the test circuit specified in table 6 is connected to the load by means of an external switch. There shall be no current interruption during transition from current I_0 to I_{LRP} .
- iii) In accordance with table 4, the test current I_{LRP} is maintained for T_x seconds before an OFF-state is established by the EUT. The EUT is, however, permitted to establish an OFF-state condition at shorter times than T_x , provided it is equipped with a suitable overload protection.
- iiii) This operating cycle is performed twice.

The initial case temperature conditions for the required four operating cycles shall be as stated in table 12.

4) Verify the criteria (see 9.3.3.6.4)

- a) No loss of commutating capability.
- b) No loss of blocking capability.
- c) No loss of functionality.
- d) No visual evidence of damage.

Tableau 13 – Spécification d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation

Rubrique	Niveau	Instruction
Nombre de cycles de fonctionnement	Essai 1: 100 cycles de fonctionnement avec 85 % de U_e et 85 % de U_s . Essai 2: 1 000 cycles de fonctionnement avec 110 % de U_e et 110 % U_s .	
Charge d'essai	Les paramètres du moteur à induction et de la charge mécanique sont donnés au tableau 7.	
Instruments d'essai	Les systèmes de mesure de la tension en valeur efficace vraie, sont connectés entre les bornes côté alimentation et les bornes coté charge sur chaque pôle de l'EUT.	
Température de l'EUT	Température ambiante (10 °C à 40 °C)	
Réglage de l'EUT	Les réglages de l'EUT sont limités aux réglages externes fournis par le constructeur pour un produit normal. a) Les gradateurs équipés d'une limitation de courant sont réglés à la plus basse valeur de X autorisant le démarrage du moteur (comme défini au tableau 7). b) Les gradateurs équipés d'une fonction de démarrage progressif sont réglés à la plus faible des deux valeurs suivantes, la durée de rampe maximale ou 10 s. Les valeurs initiales du courant de démarrage et/ou de la tension de démarrage sont réglées à la valeur minimale autorisant le démarrage immédiat du moteur.	
Cycle d'essai	Durée à l'état passant de commutation > temps pour atteindre la pleine tension et la pleine vitesse + 1 s Durée à l'état bloqué = 1/3 du temps nécessaire pour la décélération naturelle	
Résultats	a) $ \Delta U < 0,10$ pour chaque pôle où $\Delta U = (U_F - U_0)/U_0$ b) Pas de détérioration évidente (c'est-à-dire fumée, décoloration) c) Pas de perte de fonction comme spécifié par le constructeur	

9.3.3.6.3 Capacité de blocage et aptitude à la commutation

Les spécifications d'essai sont données dans les tableaux 7 et 13. Les profils d'essai sont décrits dans la figure F.3.

Pour la variante HxA, les contacts du dispositif de connexion mécanique en série doivent être maintenus en position fermée pendant l'essai.

Pour la variante HxB, les contacts du dispositif de connexion mécanique en série peuvent être manoeuvrés pour effectuer les cycles d'essai. Cependant, les mesures de tension entre les pôles doivent être effectuées avec les contacts en série fermés et les éléments de commutation à semiconducteur à l'état bloqué. Le constructeur doit donner des instructions pour équiper l'EUT de dispositifs spéciaux permettant de satisfaire une prescription de mesure de la tension.

- 1) L'EUT est monté et connecté de façon normale avec des longueurs de câble entre l'EUT et la charge d'essai inférieures à 10 m.
- 2) Les tensions U_e et U_s sont appliquées à l'EUT et maintenues pendant la durée de l'essai. La tension de commande U_c est coupée.
- 3) Mesurer la tension U aux bornes de chaque pôle de l'EUT et enregistrer celle-ci comme étant U_0 .
- 4) Avec la tension de commande U_c , faire fonctionner l'EUT entre l'état passant et l'état bloqué comme spécifié au tableau 13. Si le gradateur ne fonctionne pas comme prévu, ou s'il apparaît une détérioration, l'essai est arrêté et considéré comme non satisfaisant.

Table 13 – Blocking and commutating capability test specifications

Item	Level	Instruction
Number of operating cycles	Test 1: 100 operating cycles with 85 % U_e and 85 % U_s . Test 2: 1 000 operating cycles with 110 % U_e and 110 % U_s .	
Test load	The parameters of the induction motor and the mechanical load are given in table 7.	
Test instrument	True r.m.s. voltage measuring means will be connected between the line side terminal and the load side terminal on each pole of the EUT.	
EUT temperature	Room temperature (10 °C to 40 °C)	
EUT settings	EUT settings are limited to only those external adjusting means provided by the manufacturer in the normal product offerings. a) Controllers fitted with a current-limit function will be set at the lowest value of X that will allow the motor (as defined in table 7) to start. b) Controllers fitted with ramp-start functions will be set at the maximum ramping time or 10 s, whichever is less. Initial values of starting current and/or starting voltage will be set at the minimum value that will allow the motor to start immediately.	
Test cycle	OB-time > time to achieve full voltage and full speed + 1 s OFF-time = 1/3 of the time for coasting to rest.	
Results to be obtained	a) $ \Delta U < 0,10$ for each pole, where $\Delta U = (U_F - U_0)/U_0$ b) No visual evidence of damage (such as smoke, discoloration). c) No loss of functionality as specified by the manufacturer.	

9.3.3.6.3 Blocking and commutating capability test

Test specifications are given in table 7 and table 13. The test profiles are shown in figure F.3.

For form HxA, the contacts of the series mechanical switching device shall be maintained in the closed position for the duration of the test.

For form HxB, the contacts of the series mechanical switching device may be operated to perform the testing cycles. However, the measurements of voltage across the poles shall be performed with the series contacts closed, and with the semiconductor switching devices in the OFF-state. The manufacturer shall provide instructions for fitting the EUT with special features that will permit compliance with the voltage measurement requirements.

- 1) The EUT will be mounted and connected as in normal use with cable length between the EUT and test load of not greater than 10 m.
- 2) The voltages, U_e and U_s , are applied to the EUT and maintained for the duration of the test. Control voltage U_c is OFF.
- 3) Measure the voltage U across each pole of the EUT and record as a set U_0 .
- 4) By means of the control voltage, U_c , cycle the EUT between the ON-state and OFF-state as specified in table 13. If the controller does not perform as intended, or if evidence of damage develops, the test will be discontinued, and considered a failure.

5) Après le nombre de cycles de fonctionnement requis, avec U_e appliquée et U_c coupée, répéter les mesures de tension de l'étape 3). Enregistrer celles-ci comme mesures finales U_F correspondant aux valeurs initiales U_0 .

6) *Critères pour satisfaire à l'essai*

Calculer la variation de tension entre chaque pôle:

$$\Delta U = (U_F - U_0)/U_0$$

Les résultats à obtenir pour que l'essai soit satisfaisant sont donnés au tableau 13.

9.3.3.6.4 Comportement du gradateur ou du démarreur pendant et après les essais d'aptitude au fonctionnement

a) *Aptitude à la commutation*

Si les appareils à semiconducteurs n'effectuent pas une manoeuvre convenable, les premiers signes de défaillance sont mis en évidence par une dégradation des performances. La poursuite du fonctionnement dans ces conditions provoquera un emballement thermique. Le résultat final serait un échauffement excessif et une perte d'aptitude au blocage.

b) *Stabilité thermique*

Les appareils à semiconducteurs soumis à des cycles de manoeuvres rapides peuvent ne pas être convenablement refroidis. Les premiers effets peuvent être le début d'emballement thermique, conduisant à une perte d'aptitude au blocage.

c) *Aptitude au blocage*

L'aptitude au blocage est la possibilité de passer à l'état bloqué et d'y demeurer chaque fois que cela est demandé. Des contraintes thermiques excessives diminuent l'aptitude au blocage. Cette défaillance est mise en évidence par la disparition partielle ou totale de la commande.

d) *Etat de marche*

Certaines défaillances peuvent ne pas être trop graves à leur début. Elles sont mises en évidence par la perte progressive d'une fonction. La rapidité de leur détection et des remèdes qui y sont apportés peut éviter des dommages permanents.

e) *Examen visuel*

A un stade avancé, des contraintes thermiques excessives dues à des températures élevées peuvent causer des dommages permanents. La détection visuelle (fumée ou décoloration) permet une alerte précoce vis-à-vis d'une panne définitive.

9.3.4 Fonctionnement dans des conditions de court-circuit

Ce paragraphe spécifie les conditions d'essai pour vérifier la conformité aux prescriptions de 8.2.5.1. Les prescriptions particulières concernant les modalités d'essai, la séquence d'essais et les conditions du matériel après les essais et les types de coordination sont donnés en 9.3.4.1 et 9.3.4.3.

9.3.4.1 Conditions générales pour les essais de court-circuit

Les conditions générales pour les essais de court-circuit sont les suivantes:

- manoeuvre «O»: le courant de court-circuit est appliqué au gradateur ou au démarreur ayant été mis préalablement à l'état de pleine conduction par un courant au moins égal au courant minimal de charge;
- manoeuvre «CO» pour les appareils à démarrage direct.

La température initiale du boîtier ne doit pas être inférieure à 40 °C.

5) After the required number of operating cycles, with U_e ON and U_c OFF, repeat the voltage measurements of step 3). Record these readings as a set of final data points (U_F) corresponding to the initial data points U_0 .

6) *Criteria to pass the test*

Calculate the variation in voltage across each pole:

$$\Delta U = (U_F - U_0)/U_0$$

The results to be obtained for successful compliance are given in table 13.

9.3.3.6.4 Behaviour of the controller or starter during, and condition after, the operating capability tests

a) *Commutating capability*

If semiconductor devices do not commute properly, the early stage of the failure mode is evidenced by degraded performance. Continued operation in this mode will cause thermal runaway. The ultimate result will be excessive heating and loss of blocking capability.

b) *Thermal stability*

Semiconductor devices subject to rapid operating cycles may not cool properly. The early effects may initiate a thermal runaway condition leading to loss of blocking capability.

c) *Blocking capability*

Blocking capability is the ability to turn OFF and remain OFF whenever required. Excessive thermal stress will degrade blocking capability. The failure mode is evidenced by a partial or total loss of control.

d) *Functionality*

Some failure modes may not be catastrophic in the early stages. These failures are evident from gradual loss of function. Early detection and correction may prevent permanent damage.

e) *Visual inspection*

In the end, excessive thermal stresses due to elevated temperatures may cause permanent damage. Visual evidence (smoke or discoloration) provides early warning of ultimate failure.

9.3.4 Performance under short-circuit conditions

This subclause specifies test conditions for verification of compliance with the requirements of 8.2.5.1. Specific requirements regarding test procedure, test sequence, condition of equipment after the test and types of co-ordination are given in 9.3.4.1 and 9.3.4.3.

9.3.4.1 General conditions for short-circuit tests

General conditions for short-circuit tests are as follows:

- "O" operation: the short-circuit current is applied to the controller or starter which is already being maintained in the full-on state by a current at least equal to the minimum load current;
- "CO" operation for direct on-line equipment.

Initial case temperature shall not be less than 40 °C.

9.3.4.1.1 Prescriptions générales pour les essais de court-circuit

Le paragraphe 8.3.4.1.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.1.2 Circuit d'essai pour la vérification des caractéristiques assignées en court-circuit

Le paragraphe 8.3.4.1.2 de la CEI 60947-1 est applicable sauf que pour la coordination de type 1, l'élément fusible F et la résistance RC sont remplacés par un fil solide de 6 mm² de 1,2 m à 1,8 m de long, raccordé au neutre ou, avec l'accord du constructeur, à l'une des phases.

NOTE Cette section plus élevée de conducteur ne sert pas à détecter le courant de défaut mais à établir une condition de mise à la terre permettant d'évaluer les défaillances.

9.3.4.1.3 Facteur de puissance du circuit d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.1.4 Disponible

9.3.4.1.5 Etalonnage du circuit d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.5 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.1.6 Procédure d'essai

Le paragraphe 8.3.4.1.6 de la CEI 60947-1 est applicable avec les compléments suivants:

Le gradateur ou le démarreur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Ils doivent être reliés au circuit par un câble (correspondant au courant d'emploi du gradateur ou démarreur) d'une longueur maximale de 2,4 m pour chaque circuit principal.

Si le DPCC ne fait pas partie du gradateur ou démarreur, il doit être raccordé à celui-ci par le câble spécifié ci-dessus (la longueur totale du câble ne doit pas dépasser 2,4 m).

Les essais en courant triphasé sont considérés comme couvrant les applications en courant monophasé.

9.3.4.1.7 Disponible

9.3.4.1.8 Interprétation des enregistrements

Le paragraphe 8.3.4.1.8 de la CEI 60947-1 est applicable.

9.3.4.2 Sélectivité entre les relais de surcharge et les DPCC

Essai spécial. Voir annexe C pour les détails.

9.3.4.3 Courant de court-circuit conditionnel des gradateurs et des démarreurs

Le gradateur ou le démarreur et le DPCC associé doivent être soumis aux essais donnés en 9.3.4.3.1.

Les essais doivent être effectués de manière à couvrir les conditions correspondant aux valeurs maximales de I_e et U_e pour la catégorie d'emploi AC-53a.

9.3.4.1.1 General requirements for short-circuit tests

Subclause 8.3.4.1.1 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.1.2 Test circuit for the verification of short-circuit ratings

Subclause 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1 applies except that for type 1 co-ordination, the fusible element F and the resistance RC are replaced by a solid 6 mm² wire 1,2 m to 1,8 m in length, connected to the neutral, or with the agreement of the manufacturer, to one of the phases.

NOTE This larger size of wire is not used as a detector but to establish an earth condition allowing the damage to be evaluated.

9.3.4.1.3 Power factor of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.3 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.1.4 Vacant

9.3.4.1.5 Calibration of the test circuit

Subclause 8.3.4.1.5 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.1.6 Test procedure

Subclause 8.3.4.1.6 of IEC 60947-1 applies with the following additions:

The controller or the starter and its associated SCPD shall be mounted and connected as in normal use. They shall be connected in the circuit using a maximum of 2,4 m of cable (corresponding to the operational current of the controller or starter) for each main circuit.

If the SCPD is separate from the controller or starter, it shall be connected to the starter using the cable specified above (the total length of cable shall not exceed 2,4 m).

Three phase tests are considered to cover single-phase applications.

9.3.4.1.7 Vacant

9.3.4.1.8 Interpretation of records

Subclause 8.3.4.1.8 of IEC 60947-1 applies.

9.3.4.2 Discrimination between overload relays and SCPDs

Special test. See annex C for details.

9.3.4.3 Conditional short-circuit current of controllers and starters

The controller or starter and the associated SCPD shall be subjected to the tests given in 9.3.4.3.1.

The tests are to be conducted under conditions corresponding to the maximum I_e and the maximum U_e for utilization category AC-53a.

Quand le même composant à semiconducteur est utilisé pour plusieurs caractéristiques assignées, l'essai doit être effectué sous des conditions correspondant au courant assigné I_e le plus élevé.

Les commandes doivent être alimentées par une alimentation électrique séparée à la tension de commande spécifiée. Le DPCC utilisé doit être tel que précisé en 8.2.5.1.

Si le DPCC est un disjoncteur avec un courant de réglage ajustable, l'essai doit être effectué avec les valeurs de réglage maximales du disjoncteur pour la coordination de type 1 et avec les valeurs de réglage maximales déclarées pour la coordination et la discrimination de type 2.

Pendant l'essai, toutes les ouvertures de l'enveloppe doivent être fermées comme en service normal et la porte ou le panneau fermé comme prévu.

Un démarreur répondant à une gamme de valeurs assignées de moteurs et muni de relais de surcharge interchangeables doit être essayé avec le relais de surcharge d'impédance la plus élevée et le relais de surcharge d'impédance la plus faible, avec les DPCC correspondants.

Une manoeuvre O ou CO doit être effectuée avec l'échantillon à I_q .

9.3.4.3.1 Essai au courant assigné de court-circuit conditionnel I_q

Le circuit doit être réglé au courant de court-circuit présumé I_q égal au courant assigné de court-circuit conditionnel.

Si le DPCC est un fusible et si le courant d'essai se situe dans le domaine de limitation de courant du fusible, le fusible doit alors être, si possible, choisi pour admettre la valeur crête maximale du courant coupé limité (I_c) (selon la figure 3 de la CEI 60269-1) et la valeur maximale de contrainte thermique transversante I^2t .

Sauf dans le cas de gradateurs ou démarreurs pour démarrage direct, une manoeuvre de coupure par le DPCC doit être effectuée, le gradateur ou le démarreur étant en pleine conduction et le DPCC fermé; le courant de court-circuit doit être établi par un dispositif de connexion séparé.

Dans le cas de gradateurs ou démarreurs pour démarrage direct, une manoeuvre de coupure par le DPCC doit être effectuée, le courant étant établi par la fermeture du gradateur ou démarreur sur le court-circuit.

9.3.4.3.2 Résultats à obtenir

Le gradateur ou le démarreur doit être considéré comme ayant satisfait aux essais au courant présumé I_q si les conditions suivantes sont remplies pour le type de coordination annoncé.

Pour les deux types de coordination:

- Le courant de défaut a été interrompu de façon satisfaisante par le DPCC ou le démarreur. De plus, le fusible ou l'élément de fusible ou le raccordement solide entre l'enveloppe et l'alimentation ne doit pas avoir fondu.
- La porte ou le couvercle de l'enveloppe n'a pas été ouvert, par l'effet de souffle, et il est possible de l'ouvrir. Cependant, on peut admettre une déformation de l'enveloppe pourvu que le degré de protection de l'enveloppe ne soit pas inférieur à IP2X.
- Aucun dommage n'a été causé à un conducteur ou à une borne et aucun conducteur n'a été arraché de sa borne.
- Aucune craquelure ou cassure du socle isolant susceptible d'affecter le montage d'une partie active ne s'est produite.

When the same semiconductor component is used for several ratings, the test shall be performed under the conditions corresponding to the highest rated current I_e .

The controls shall be energized by a separate electrical supply at the specified control voltage. The SCPD used shall be as stated in 8.2.5.1.

If the SCPD is a circuit-breaker with an adjustable current setting, the test shall be done with the circuit-breaker adjusted to the maximum setting for type 1 co-ordination and to the maximum declared setting for the co-ordination and discrimination of type 2.

During the test, all openings of the enclosure shall be closed as in normal service and the door or cover secured by the means provided.

A starter covering a range of motor ratings and equipped with interchangeable overload relays shall be tested with the overload relay with the highest impedance and the overload relay with the lowest impedance together with the corresponding SCPDs.

The O or CO operation shall be performed with the sample at I_q .

9.3.4.3.1 Test at the rated conditional short-circuit current I_q

The circuit shall be adjusted to the prospective short-circuit current I_q equal to the rated conditional short-circuit current.

If the SCPD is a fuse and the test current is within the current-limiting range of the fuse then, if possible, the fuse shall be selected to allow the maximum value of cut-off current (I_c) (according to figure 3 of IEC 60269-1) and the maximum let-through I^2t values.

Except for direct on-line controllers or starters, one breaking operation of the SCPD shall be performed with the controller or starter in the full-ON state and the SCPD closed; the short-circuit current shall be switched on by a separate switching device.

For direct on-line controllers or starters, one breaking operation of the SCPD shall be performed by closing the controller or starter on to the short circuit.

9.3.4.3.2 Results to be obtained

The controller or starter shall be considered to have passed the tests at the prospective current I_q if the following conditions are met for the claimed type of co-ordination.

Both types of co-ordination:

- The fault current has been successfully interrupted by the SCPD or the starter. In addition, the fuse or fusible element or solid connection between the enclosure and supply shall not have melted.
- The door or cover of the enclosure has not been blown open, and it is possible to open the door or cover. Deformation of enclosure is considered acceptable provided the degree of protection by the enclosure is not less than IP2X.
- There is no damage to the conductors or terminals and the conductors have not been separated from the terminals.
- There is no cracking or breaking of an insulating base to the extent that the integrity of mounting of a live part is impaired.

Coordination de type 1

- e) Aucune projection n'a eu lieu au-delà de l'enveloppe. Les dommages causés aux gradateurs et aux relais de surcharge sont admis. Le démarreur ou le gradateur peut ne pas être en état de fonctionner après l'essai.

Coordination de type 2

- f) Aucun dommage n'a été causé au relais de surcharge ou à d'autres organes et aucun remplacement de pièces n'est admis pendant l'essai. Pour les gradateurs et les démarreurs hybrides la soudure des contacts est admise, si ces contacts peuvent être facilement séparés (par exemple à l'aide d'un tournevis) sans déformation appréciable. Dans le cas de contacts soudés comme décrit ci-dessus, le fonctionnement de l'appareil doit être vérifié dans les conditions du tableau 6 pour la catégorie d'emploi déclarée en effectuant 10 cycles de fonctionnement (au lieu de 3).
- g) Le déclenchement du relais de surcharge doit être vérifié à un multiple du courant de réglage et doit être conforme aux caractéristiques de déclenchement annoncées selon 5.7, aussi bien avant qu'après l'essai de court-circuit.
- h) On doit vérifier que l'isolation est suffisante, par un essai diélectrique sur le gradateur ou le démarreur. La tension d'essai doit être appliquée comme spécifié en 9.3.3.4.1 4)

9.3.5 Essais CEM

Tous les essais d'émission ou d'immunité sont des essais de type et doivent être réalisés sous des conditions représentatives, à la fois de fonctionnement et d'environnement, en utilisant les méthodes de câblage recommandées par le constructeur et incluant toute enveloppe spécifiée par le constructeur.

Tous les essais doivent être faits en régime établi. Un moteur en fonctionnement est nécessaire pour ces essais, et le moteur avec ses connexions doit être considéré comme ne faisant pas partie du matériel en essai. Excepté pour l'essai d'émission harmonique, il n'est pas nécessaire de charger le moteur. Si pour certains essais le moteur employé est de puissance inférieure à celle de la gamme de puissance du gradateur ou du démarreur, cela doit être spécifié dans le rapport d'essai. Les essais ne sont pas nécessaires sur les sorties de puissance. Sauf prescriptions contraires du constructeur, la longueur des connexions au moteur doit être de 3 m.

Les rapports d'essai donnent toutes les informations pertinentes relatives aux essais (par exemple les conditions de charge, les dispositions des câbles etc.) Une description fonctionnelle ainsi qu'une définition des limites de spécification pour les critères d'acceptation doit être fournie par le constructeur et notée dans le rapport d'essai. Le rapport d'essai doit inclure toutes les mesures spéciales qui ont été prises pour obtenir la conformité, par exemple l'utilisation de câbles blindés ou spéciaux. Une liste des appareils auxiliaires nécessaires pour satisfaire aux prescriptions d'immunité ou d'émission, doit aussi être incluse dans le rapport. Les essais doivent être menés avec les valeurs assignées de tension d'alimentation U_s et effectués d'une manière reproductible.

Les gradateurs ou démarreurs de variante 1 dans lesquels les éléments de commutation de puissance, par exemple thyristors, ne conduisent pas en permanence durant une partie ou la totalité des régimes permanents de fonctionnement, doivent être essayés dans des conditions de conduction minimale, choisies par le fabricant pour représenter le fonctionnement du gradateur ou démarreur aux points correspondants à l'émission ou la susceptibilité maximale (voir 9.3.5.1).

Type 1 co-ordination

- e) There has been no discharge of parts beyond the enclosure. Damage to the controller and overload relay is acceptable. The starter or the controller may be inoperative after the test.

Type 2 co-ordination

- f) No damage to the overload relay or other parts has occurred and no replacement of parts is permitted during the test. For hybrid controllers and starters welding of contacts is permitted, if they are easily separated (e.g. by a screwdriver) without significant deformation. In the case of welded contacts as described above, the functionality of the device shall be verified under the conditions of table 6 for the declared utilization category by carrying out 10 operating cycles (instead of 3).
- g) The tripping of the overload relay shall be verified at a multiple of the current setting and shall conform to the published tripping characteristics, according to 5.7, both before and after the short-circuit test.
- h) The adequacy of the insulation shall be verified by a dielectric test on the controller or starter. The test voltage shall be applied as specified in 9.3.3.4.1.4).

9.3.5 EMC tests

All emission and immunity tests are type tests, and shall be carried out under representative conditions, both operational and environmental, using the manufacturer's recommended wiring practices, and including any enclosures specified by the manufacturer.

All tests shall be made under steady-state conditions. A motor is required for the purpose of testing. The motor and its connections are auxiliary equipment necessary for the execution of the tests, but do not form part of the equipment under test. Except for the purposes of the harmonic emission test, it is not necessary to load the motor. If the motor used in any test is of lower power than the intended power range of the controller or starter, it shall be so stated in the test report. Tests are not required on the power output port. Unless otherwise specified by the manufacturer, the length of the connections to the motor shall be 3 m.

Test reports are to give all the relevant information relating to the tests (for example load conditions, cable dispositions, etc.). A functional description and a definition of specification limits for the acceptance criteria shall be provided by the manufacturer, and noted in the test report. The test report shall include any special measures that have been taken to achieve compliance, for example the use of shielded or special cables. A list of auxiliary equipment, which, together with the controller or starter, comprises the equipment necessary to comply with the immunity or emission requirements, shall also be included in the report. The tests shall be carried out at the rated supply voltage U_s and in a reproducible manner.

Form 1 controllers and starters, in which the power switching elements, for example thyristors, are not fully conducting during some or all steady-state modes of operation, shall be tested under conditions of minimum conduction chosen by the manufacturer to represent the operation of the controller or starter at the points of sustained maximum emission or susceptibility (see 9.3.5.1).

9.3.5.1 Essais d'émission CEM

9.3.5.1.1 Essai d'émission conduite à fréquence radio

Une description de l'essai, de la méthode d'essai et de la mise en oeuvre de l'essai sont donnés dans le CISPR 11.

Il est suffisant d'essayer deux échantillons d'une gamme de gradateurs de différents calibres de puissance, qui représentent le plus grand et le plus petit calibre de puissance de la gamme.

L'émission ne doit pas dépasser les valeurs données au tableau 14.

L'addition de filtrage haute fréquence en mode commun dans les connexions du circuit principal peut entraîner des réductions inacceptables du couple de démarrage du moteur, ou détruire le concept des réseaux de distribution non mis à la terre ou mis à la terre par une impédance élevée, par exemple utilisés dans des processus industriels, avec des implications pour la sécurité du système.

Si, afin de respecter les niveaux d'émission donnés au tableau 14, des filtres sont nécessaires mais ne sont pas utilisés pour les raisons ci-dessus, d'autres précautions doivent être prises afin de ne pas dépasser les niveaux d'émission donnés dans ce tableau.

Tableau 14 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites à fréquences radio

Classe d'appareils (type de réseau)	A* (industriel)		B (réseau public)	
	dB (μV) quasi-crête	dB (μV) moyenne	dB (μV) quasi-crête	dB (μV) moyenne
0,15 à 0,5	100	90	66 à 56 (décroît avec le log de la fréquence)	56 à 46 (décroît avec le log de la fréquence)
0,5 à 5	86	76	56	46
5 à 30	90 à 70 (décroît avec le log de la fréquence)	80 à 60 (décroît avec le log de la fréquence)	60	50
* Limites conformes à celles du CISPR 11, Groupe 2.				

9.3.5.1.2 Essais d'émissions rayonnées à fréquences radioélectriques

Une description de l'essai, la méthode d'essai et la mise en oeuvre de l'essai sont données dans le CISPR 11, les conditions spécifiques d'essai sont données au paragraphe 2 de l'annexe D.

NOTE Aux Etats-Unis, des dispositifs numériques dont la puissance consommée est inférieure à 6 nW sont exemptés d'essais d'émission RF.

Il doit être suffisant d'essayer un échantillon unique représentatif d'une gamme de gradateurs ou démarreurs de différentes puissances assignées.

Les émissions ne doivent pas dépasser les niveaux donnés au tableau 15.

9.3.5.1 EMC emission tests

9.3.5.1.1 Conducted radio frequency emission test

Descriptions of the test, the test method and the test set-up are given in CISPR 11.

It shall be sufficient to test two samples from a range of controllers of different power ratings which represent the highest and lowest power ratings of the range.

The emission shall not exceed the levels given in table 14.

The addition of high-frequency common mode filtering in the main power connections may cause unacceptable reductions in motor starting torque, or render invalid the concept of unearthed or high impedance earthed distribution systems, as employed within process industries, with implications for system safety.

If, in order to fulfil the emission levels given in table 14, filters are necessary but are not used for the above reasons, other precautions shall be taken in order not to exceed the emission levels given in this table.

Table 14 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission

Equipment class (network type)	A* (industrial)		B (public)	
	dB (μV) quasi-peak	dB (μV) average	dB (μV) quasi-peak	dB (μV) average
0,15 to 0,5	100	90	66 to 56 (decrease with log of frequency)	56 to 46 (decrease with log of frequency)
0,5 to 5	86	76	56	46
5 to 30	90 to 70 (decrease with log of frequency)	80 to 60 (decrease with log of frequency)	60	50
* Limits in accordance with CISPR 11, Group 2.				

9.3.5.1.2 Radiated radio frequency emission test

Descriptions of the test, the test method, and the test set-up are given in CISPR 11. Specific test conditions are given in clause 2 of annex D.

NOTE In the USA, digital devices with power consumption less than 6 nW are exempt from RF emission tests.

It shall be sufficient to test a single representative sample from a range of controllers or starters of different power ratings.

The emission shall not exceed the levels given in table 15.

Tableau 15 – Limites d'essai d'émissions rayonnées

Plage de fréquence	Intensité du champ	
	Classe d'appareils A*	Classe d'appareils B
30 MHz à 230 MHz	30 dB (μV/m) quasi-crête à 30 m	30 dB (μV/m) quasi-crête à 10 m
230 MHz à 1 000 MHz	37 dB (μV/m) quasi-crête à 30 m	37 dB (μV/m) quasi-crête à 10 m
* Les essais des classes d'appareils A peuvent être effectués à une distance de 10 m avec des limites augmentées de 10 dB.		

9.3.5.2 Essais d'immunité CEM

Lorsqu'une gamme de gradateurs ou démarreurs comprend des électroniques de commande configurées de façon similaire, dans des tailles de boîtiers similaires, il est seulement nécessaire d'essayer un seul échantillon représentatif du gradateur ou démarreur comme spécifié par le constructeur.

9.3.5.2.1 Décharge électrostatique

Le gradateur ou démarreur doit être essayé conformément aux méthodes de la CEI 61000-4-2. Les niveaux d'essai de décharge par contact de 4 kV et de décharge dans l'air de 8 kV doivent être employés avec 10 impulsions positives et 10 impulsions négatives appliquées à chaque point sélectionné. L'intervalle de temps entre chaque impulsion successive doit être égal à 1 seconde. Les essais ne sont pas requis sur les bornes de puissance. Il n'est pas nécessaire de connecter les bornes.

Le gradateur ou démarreur doit satisfaire au critère de comportement 2 du tableau 10.

Les essais ne sont pas possibles si le gradateur ou le démarreur est présenté sur un châssis ouvert ou avec un degré de protection IP00. Dans ce cas, le constructeur doit fixer des étiquettes d'avertissement sur l'appareil informant de la possibilité d'endommagement due aux décharges statiques.

9.3.5.2.2 Champ électromagnétique à fréquence radio

Les essais au champ électromagnétique à fréquence radio sont séparés en deux plages de fréquence: 0,15 MHz à 80 MHz et 80 MHz à 1 000 MHz. Pour la plage 0,15 MHz à 80 MHz les méthodes d'essais sont données dans la CEI 61000-4-6. Le niveau d'essai doit être 140 dBμV (niveau 3).

Les fréquences doivent être choisies par le constructeur et indiquées dans le rapport d'essai. Le gradateur ou démarreur doit satisfaire aux critères de comportement 1 du tableau 10.

Pour la plage 80 MHz à 1 000 MHz, les méthodes d'essai sont données dans la CEI 61000-4-3. Le niveau d'essai doit être 10 V/m et la plage de fréquence balayée de 80 MHz à 1 000 MHz. Le gradateur ou démarreur doit satisfaire aux critères de comportement 1 du tableau 10.

Les essais ne sont pas requis lorsque le gradateur est livré comme un composant à installer dans une enveloppe métallique spécifique pour la CEM. Dans ce cas, le constructeur doit fournir une notice écrite ou une instruction indiquant les précautions à prendre en cas d'ouverture de l'enveloppe.

Table 15 – Radiated emissions test limits

Frequency band	Field strength	
	Equipment class A*	Equipment class B
30 MHz to 230 MHz	30 dB (µV/m) quasi-peak at 30 m	30 dB (µV/m) quasi-peak at 10 m
230 MHz to 1 000 MHz	37 dB (µV/m) quasi-peak at 30 m	37 dB (µV/m) quasi-peak at 10 m
* Equipment class A tests may be carried out at 10 m distance, with the limits raised by 10 dB.		

9.3.5.2 EMC immunity tests

Where a range of controllers or starters comprise similarly configured control electronics, within similar frame sizes, it is only necessary to test a single representative sample of the controller or starter as specified by the manufacturer.

9.3.5.2.1 Electrostatic discharge

Controllers or starters shall be tested using the methods of IEC 61000-4-2. Test levels of 4 kV contact discharge or 8 kV air discharge shall be used, with 10 positive and 10 negative pulses applied to each selected point, the time interval between each successive single discharge being 1 s. Tests are not required on power terminals. Connections are not required to be made to any terminals.

The controller or starter shall comply with performance criterion 2 of table 10.

Tests are not possible if the controller or starter is an open frame or chassis unit, or of degree of protection IP00. In that case, the manufacturer shall attach a label to the unit advising of the possibility of damage due to static discharge.

9.3.5.2.2 Radio-frequency electromagnetic field

Radio-frequency electromagnetic field tests are divided into two frequency ranges: 0,15 MHz to 80 MHz and 80 MHz to 1 000 MHz. For the range 0,15 MHz to 80 MHz, the test methods are given in IEC 61000-4-6. The test level shall be 140 dBµV (level 3).

The frequencies shall be selected by the manufacturer and stated in the test report. The controller or starter shall comply with performance criterion 1 of table 10.

For the range 80 MHz to 1 000 MHz, the test methods are given in IEC 61000-4-3. The test level shall be 10 V/m swept over the frequency range 80 MHz to 1 000 MHz. The controller and starter shall comply with performance criterion 1 of table 10.

Tests are not required where the controller is to be supplied as a component to be installed in a specific-purpose EMC metallic enclosure. In that case, the manufacturer shall provide a written notice or instruction specifying the precautions to be taken whenever the enclosure is to be opened.

9.3.5.2.3 Transitoires rapides (5/50 ns)

Le gradateur ou démarreur doit être essayé suivant les méthodes de la CEI 61000-4-4.

Le niveau d'essai pour les lignes de puissance en courant alternatif doit être 2,0 kV/5,0 kHz via le réseau de couplage/découplage. La tension d'essai doit être appliquée pendant 1 min.

Les bornes pour les circuits de commande ou auxiliaires, prévues pour la connexion de conducteurs qui s'écartent de plus de 3 m de toute enveloppe métallique ou coffret prévu pour le montage du gradateur ou démarreur, doivent être testées à 2,0 kV/5,0 kHz au moyen de la pince de couplage.

Le gradateur ou démarreur doit satisfaire au critère de comportement 2 du tableau 10.

9.3.5.2.4 Ondes de chocs (1,2/50 µs-8/20 µs)

Le gradateur ou démarreur doit être essayé suivant les méthodes de la CEI 61000-4-5;

Le niveau d'essai pour les bornes de puissance doit être de 2 kV entre phase et terre et 1 kV entre phases.

Les bornes pour les circuits de commande ou auxiliaires, prévues pour la connexion de conducteurs qui s'écartent à plus de 3 m de toute enveloppe métallique ou coffret prévu pour le montage du gradateur ou démarreur, doivent être essayés à 2,0 kV entre phase et terre et 1,0 kV entre phases. La vitesse de répétition doit être de 1 par min avec un nombre d'impulsions égal à cinq positives et cinq négatives.

NOTE On considère que des lignes sont longues lorsque leur longueur est supérieure à 100 m ou lorsqu'elles sont raccordées à l'extérieur (comme les lignes d'alimentation de puissance).

Le gradateur ou démarreur doit satisfaire au critère de comportement 2 du tableau 10.

Lorsque le gradateur doit fonctionner dans une installation moins protégée, par exemple les classes d'installations 4 et 5 selon la CEI 61000-4-5, cela doit être spécifié par l'utilisateur. Dans ce cas, les niveaux d'essais doivent être 4 kV entre phase et terre et 2 kV entre phases.

9.3.5.2.5 Harmoniques et encoches de commutation

A l'étude.

9.3.5.2.6 Creux de tension et microcoupures

Les méthodes d'essai de la CEI 61000-4-11 doivent être utilisées pour vérifier les prescriptions de l'essai A. La méthode de vérification des essais B et C est à l'étude.

Les critères du tableau 16 doivent être remplis.

Tableau 16 – Creux de tension et microcoupures

Essai	Niveau d'essai % U_T *	Durée	Critère de comportement
A	0	5 000 ms	3
B	40	100 ms	A l'étude
C	70	Demi-période	A l'étude
* où U_T représente U_e et/ou U_s selon le cas.			

9.3.5.2.3 Fast transients (5/50 ns)

The controller or starter shall be tested using the methods of IEC 61000-4-4.

The test level for a.c. power lines shall be 2,0 kV/5,0 kHz via the coupling/decoupling network. The test voltage shall be applied for 1 min.

Terminals for control and auxiliary circuits, intended for the connection of conductors, which extend more than 3 m from any metallic enclosure or cubicle in which the controller or starter will be mounted, shall be tested at 2,0 kV / 5,0 kHz by means of the coupling clamp.

The controller or starter shall comply with performance criterion 2 of table 10.

9.3.5.2.4 Surges (1,2/50 μ s-8/20 μ s)

The controller or starter shall be tested using the methods of IEC 61000-4-5.

The test level for power terminals shall be 2 kV line-to-earth and 1 kV line-to-line.

Terminals for control and auxiliary circuits intended for the connection of conductors which extend more than 3 m from any metallic enclosure or cubicle in which the controller or starter will be mounted, shall be tested at 2,0 kV line-to-earth and 1,0 kV line-to-line. The repetition rate shall be 1 per min, with the number of pulses being five positive and five negative.

NOTE Long-distance lines are lines longer than 100 m or lines connected to the outside (such as mains supply).

The controller or starter shall comply with performance criterion 2 of table 10.

If the controller is required to operate in an installation which is less protected for example installation class 4 or 5 according to IEC 61000-4-5, this shall be specified by the user. In this case the test levels shall be 4 kV line-to-earth and 2 kV line-to-line.

9.3.5.2.5 Harmonics and commutation notches

Under consideration.

9.3.5.2.6 Voltage dips and short-time interruptions

The test methods of IEC 61000-4-11 shall be used to verify the requirements of test A. The method of verification of tests B and C is under consideration.

The criteria of table 16 shall be satisfied.

Table 16 – Voltage dips and short-time interruption test

Test	Test level % U_T^*	Duration	Performance criterion
A	0	5 000 ms	3
B	40	100 ms	Under consideration
C	70	Half period	Under consideration
* where U_T represents U_e and/or U_s as appropriate.			

9.3.6 Essais individuels et par prélèvement

Les essais individuels sont des essais auxquels est soumis tout gradateur ou démarreur pris séparément pendant ou après sa fabrication pour vérifier qu'il répond aux prescriptions fixées.

9.3.6.1 Généralités

Les essais individuels ou par prélèvement doivent être effectués dans les mêmes conditions ou dans des conditions équivalentes à celles qui sont spécifiées pour les essais de type aux points correspondants du paragraphe 9.1.2. Cependant les limites de fonctionnement de 9.3.3.2 peuvent être vérifiées sur le relais de surcharge seul et à la température de l'air ambiant; mais une correction peut être nécessaire pour se ramener aux conditions normales d'ambiance.

9.3.6.2 Fonctionnement et limites de fonctionnement

Il doit être vérifié que le matériel fonctionne conformément aux dispositions de 8.2.1.2 et 8.2.1.5.

L'aptitude au fonctionnement spécifié en 8.2.1.2 doit être vérifié par un essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation suivant le tableau 7 et 9.3.3.6.3. Deux cycles de manoeuvre sont demandés, l'un à 85 % de U_e avec 85 % de U_s , et l'autre à 110 % de U_e avec 110 % de U_s .

Les essais correspondant aux prescriptions de 8.2.1.5 peuvent être réalisés en choisissant un seul courant représentatif (qui peut être différent de ceux donnés dans la présente norme) à toute tension qui convient. Cet essai peut être un seul essai avec la même charge sur tous les pôles en vue de vérifier que la durée de déclenchement correspond (dans la limite des tolérances) aux courbes fournies par le constructeur.

9.3.6.3 Essais diélectriques

L'usage de la feuille métallique n'est pas nécessaire. Les essais doivent être effectués sur des gradateurs et démarreurs propres et secs.

La vérification de la tenue diélectrique peut être effectuée avant l'assemblage final de l'appareil (par exemple avant la connexion des éléments sensibles tels que les condensateurs de filtre).

1) Tension de tenue aux chocs

Le paragraphe 8.3.3.4.2 1) de la CEI 60947-1 s'applique.

2) Tension de tenue à fréquence industrielle

Le paragraphe 8.3.3.4.2 2) de la CEI 60947-1 s'applique.

3) Tensions combinées d'ondes de choc et à fréquence industrielle

Les essais des points 1) et 2) ci-dessus peuvent être remplacés par un seul essai de tenue à fréquence industrielle où la valeur de crête de l'onde sinusoïdale correspond à la valeur la plus élevée donnée aux points 1) et 2).

9.4 Essais spéciaux

9.4.1 Sélectivité entre les relais de surcharge et les DPCC

Les détails sont donnés en annexe C.

9.3.6 Routine and sampling tests

Routine tests are tests to which each individual controller or starter is subjected, during or after manufacture, to verify that it complies with the stated requirements.

9.3.6.1 General

Routine or sampling tests shall be carried out under the same, or equivalent conditions to those specified for type tests in the relevant parts of 9.1.2. However, the limits of operation in 9.3.3.2 may be verified at the prevailing ambient air temperature and on the overload relay alone, but a correction may be necessary to allow for the normal ambient conditions.

9.3.6.2 Operation and operating limits

It shall be verified that the equipment operates according to the requirements of 8.2.1.2 and 8.2.1.5.

The functionality specified in 8.2.1.2 shall be verified by a blocking and commutating capability test according to table 7 and 9.3.3.6.3. Two operating cycles are required, one at 85 % U_e with 85 % U_s , and one at 110 % U_e with 110 % U_s .

Tests corresponding to the requirements of 8.2.1.5 may be made at only one chosen representative current (which may be different from those given in this standard), at any convenient voltage. This test may be a single test with all poles equally energized at this current to check that the tripping time conforms (within tolerances) to the curves supplied by the manufacturer.

9.3.6.3 Dielectric tests

The metal foil need not be applied. The tests shall be conducted on dry and clean controllers and starters.

Verification of dielectric withstand may be performed before final assembly of the device (that is, before connecting sensitive devices such as filter capacitors).

1) Impulse withstand voltage

Subclause 8.3.3.4.2 1) of IEC 60947-1 applies.

2) Power-frequency withstand voltage

Subclause 8.3.3.4.2 2) of IEC 60947-1 applies.

3) Combined impulse voltage and power-frequency withstand voltage

The tests of items 1) and 2) above may be replaced by a single power-frequency withstand test where the peak value of the sinusoidal wave corresponds to the value stated in items 1) or 2), whichever is the higher.

9.4 Special tests

9.4.1 Discrimination between overload relays and SCPDs

Details are given in annex C.

Annexe A (normative)

Marquage et identification des bornes

A.1 Généralités

L'identification des bornes a pour objet de fournir des informations concernant les fonctions de chaque borne ou sa localisation par rapport à d'autres bornes ou encore de servir à d'autres usages.

A.2 Marquage et identification des bornes des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs

A.2.1 Marquage et identification des bornes de circuits principaux

Les bornes des circuits principaux doivent être marquées par des nombres d'un seul chiffre et par une combinaison alphanumérique.

Tableau A.1 – Marquage des bornes des circuits principaux

Bornes	Marquage
Circuit principal	1/L1-2/T1
	3/L2-4/T2
	5/L3-6/T3
	7/L4-8/T4

Dans le cas de types particuliers de gradateurs ou de démarreurs (voir 5.2.5.3), le constructeur doit fournir les schémas de raccordement.

A.2.2 Marquage et identification des bornes des circuits de commande

A.2.2.1 Bornes d'alimentation des circuits de commande

A l'étude.

A.2.2.2 Bornes d'entrée/sortie des circuits de commande

A l'étude.

A.2.3 Marquage et identification des circuits auxiliaires

Les bornes des circuits auxiliaires doivent être marquées ou identifiées sur les schémas par des nombres de deux chiffres:

- le chiffre des unités est un chiffre de fonction;
- le chiffre des dizaines est un numéro d'ordre.

Annex A (normative)

Marking and identification of terminals

A.1 General

The purpose of identifying terminals is to provide information regarding the function of each terminal, or its location with respect to other terminals, or for other use.

A.2 Marking and identification of terminals of semiconductor controllers and starters

A.2.1 Marking and identification of terminals of main circuits

The terminals of the main circuits shall be marked by single figure numbers and an alphanumeric system.

Table A.1 – Main circuit terminal markings

Terminals	Markings
Main circuit	1/L1-2/T1
	3/L2-4/T2
	5/L3-6/T3
	7/L4-8/T4

For particular types of controllers or starters (see 5.2.5.3), the manufacturer shall provide the wiring diagram.

A.2.2 Marking and identification of terminals of control circuits

A.2.2.1 Control circuit power supply terminals

Under consideration.

A.2.2.2 Control circuit input/output signal terminals

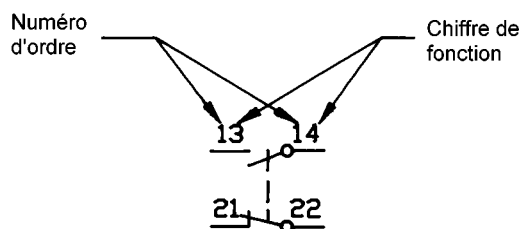
Under consideration.

A.2.3 Marking and identification of auxiliary circuits

The terminals of auxiliary circuits shall be marked or identified on the diagrams by two figure numbers:

- the unit is a function number;
- the figure of the tens is a sequence number.

Les exemples suivants illustrent un tel système de marquage:



A.2.3.1 Chiffre de fonction

Les chiffres de fonction 1, 2 sont attribués aux circuits comprenant des contacts à ouverture et les chiffres de fonction 3, 4 aux circuits comprenant des contacts à fermeture.

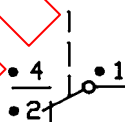
NOTE Les définitions des contacts de fermeture et des contacts d'ouverture sont données en 2.3.12 et 2.3.13 de la CEI 60947-1.

Exemples:



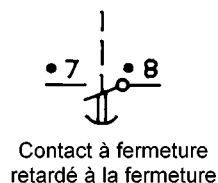
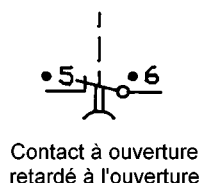
NOTE Dans les exemples ci-dessus, les points prennent la place des numéros d'ordre, qui doivent normalement être ajoutés suivant le cas.

Les bornes des circuits comprenant des éléments de contact à deux directions doivent être marquées par les chiffres de fonction 1, 2 et 4.



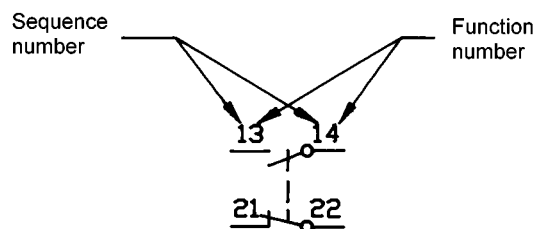
Les chiffres de fonction 5 et 6 (pour les contacts à ouverture) et 7 et 8 (pour les contacts à fermeture) sont attribués aux bornes des circuits auxiliaires comprenant des contacts auxiliaires ayant des fonctions spéciales.

Exemples:



Les bornes des circuits comprenant des éléments de contacts à deux directions ayant des fonctions spéciales doivent être marquées par les chiffres de fonction 5, 6 et 8.

The following examples illustrate such a marking system:



A.2.3.1 Function number

Function numbers 1, 2 are allocated to circuits with break contacts and function numbers 3, 4 to circuits with make contacts.

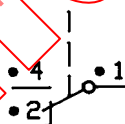
NOTE The definitions for make contacts and break contacts are given in 2.3.12 and 2.3.13 of IEC 60947-1.

Examples:



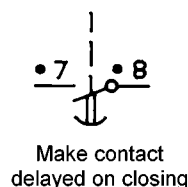
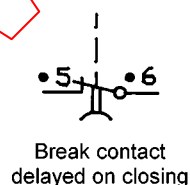
NOTE The dots in the above examples take the place of the sequence numbers, which should be added appropriately to the application.

The terminals of circuits with change-over contact elements shall be marked by the function numbers 1, 2 and 4.



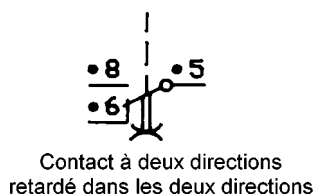
Function numbers 5 and 6 (for break contacts) and 7 and 8 (for make contacts) are allocated to terminals of auxiliary circuits containing auxiliary contacts with special functions.

Examples:



The terminals of circuits with change-over contact elements with special functions shall be marked by function numbers 5, 6 and 8.

Exemple:



A.2.3.2 Numéro d'ordre

Les bornes appartenant à un même élément de contact doivent être marquées par le même numéro d'ordre.

Tous les éléments de contact ayant la même fonction doivent recevoir des numéros d'ordre différents:

Le marquage du numéro d'ordre sur les bornes peut être omis seulement si ce dernier apparaît clairement au travers d'information complémentaire donnée par le constructeur.

Exemples:



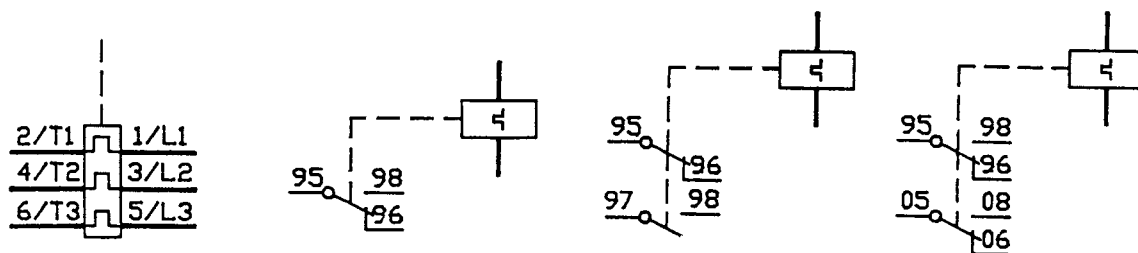
A.3 Marquage et identification des bornes des relais de surcharge

Les bornes des circuits principaux des relais de surcharge doivent être marquées de la même manière que les bornes des circuits principaux des gradateurs et démarreurs (voir A.2.1).

Les bornes des circuits auxiliaires des relais de surcharge doivent être marquées de la même manière que les bornes des circuits auxiliaires des grandeurs et démarreurs ayant des fonctions spécifiées (voir A.2.3).

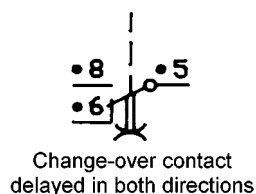
Le numéro d'ordre doit être 9; s'il faut un deuxième numéro d'ordre, ce doit être 0.

Exemples:



Les bornes peuvent également être identifiées dans le schéma des circuits fournis avec l'appareil.

Example:



A.2.3.2 Sequence number

Terminals belonging to the same contact element shall be marked by the same sequence number.

All contact elements having the same function shall have different sequence numbers.

The sequence number may be omitted from the terminals only if additional information provided by the manufacturer clearly gives such a number.

Examples:



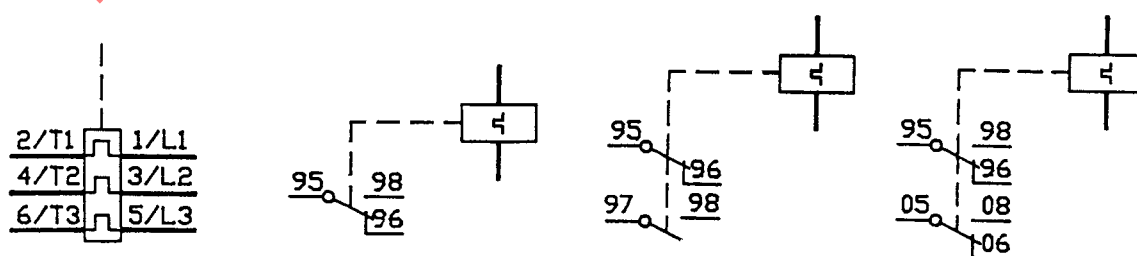
A.3 Marking and identification of terminals of overload relays

The terminals of the main circuits of overload relays shall be marked in the same manner as the terminals of the main circuits of controllers and starters (see A.2.1).

The terminals of the auxiliary circuits of overload relays shall be marked in the same manner as the terminals of the auxiliary circuits of controllers and starters with specified functions (see A.2.3).

The sequence number shall be 9; if a second sequence number is required, it shall be 0.

Examples:



Alternatively, terminals may be identified on the wiring diagram supplied with the device.

Annexe B (normative)

Relais ou déclencheurs de surcharge

B.1 Caractéristiques des relais et déclencheurs de surcharge

NOTE Dans le reste de la présente norme, on emploiera l'expression «relais de surcharge» pour désigner, suivant le cas, aussi bien un relais de surcharge qu'un déclencheur de surcharge.

B.1.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques des relais et des déclencheurs doivent être fixées dans les termes suivants, s'il y a lieu:

- types de relais ou de déclencheur (voir B.1.2)
- valeurs caractéristiques (voir B.1.3);
- désignation et courant de réglage des relais de surcharge (voir B.1.4);
- caractéristiques temps-courant des relais de surcharge (voir B.1.5);
- influence de la température de l'air ambiant (voir B.1.6).

B.1.2 Types de relais ou de déclencheurs

Il s'agit de relais à fonctionnement différé dont le retard est:

- a) dépendant de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge);
- b) dépendent de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge) et de plus, sensible à une perte de phase (voir 3.1.21).

NOTE Un relais de surcharge peut aussi fournir d'autres fonctions de protection; dans ce cas le constructeur doit fournir les caractéristiques correspondantes.

B.1.3 Valeurs caractéristiques

- désignation et courant de réglage (voir B.1.4);
- fréquence assignée, si nécessaire (par exemple dans le cas d'un relais de surcharge alimenté par un transformateur de courant);
- caractéristiques temps/courant (ou domaine de caractéristiques), s'il y a lieu;
- classe de déclenchement selon la classification du tableau B.1, ou valeur de la durée maximale de déclenchement exprimée en secondes, dans les conditions spécifiées en B.2.1.1 lorsque cette durée dépasse 30 s;
- nombre de pôles;
- nature du relais: par exemple thermique ou statique.

Annex B (normative)

Overload relays or releases

B.1 Characteristics of overload relays and releases

NOTE In the remainder of this standard, the words "overload relay" should be taken to apply equally to an overload relay or an overload release, as appropriate.

B.1.1 Summary of characteristics

The characteristics of relays and releases shall be stated in the following terms, whenever applicable:

- types of relay or release (see B.1.2);
- characteristic values (see B.1.3);
- designation and current settings of overload relays (see B.1.4);
- time-current characteristics of overload relays (see B.1.5);
- influence of ambient air temperature (see B.1.6).

B.1.2 Types of overload relay or release

They are time-delay relay types, the time-lag of which is:

- a) dependent on previous load (such as thermal overload relay);
- b) dependent on previous load (such as thermal overload relay), and also sensitive to phase loss (see 3.1.21).

NOTE The overload relay may also provide other protective functions; in such cases the manufacturer shall specify the corresponding characteristics.

B.1.3 Characteristic values

- designation and current settings (see B.1.4);
- rated frequency, when necessary (for example in the case of a current transformer operated overload relay);
- time-current characteristics (or range of characteristics), when necessary;
- trip class according to classification in table B.1, or the value of the maximum tripping time, in seconds, under the conditions specified in B.2.1.1, when this time exceeds 30 s;
- number of poles;
- nature of the relay: for example, thermal or solid state.

Tableau B.1 – Classes de déclenchement des relais de surcharges

Classe de déclenchement	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en B.2.1.1 e)
	s
10 A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$
NOTE Selon la nature du relais, les conditions de déclenchement sont données en B.2.1.1.	

B.1.4 Désignation et courant de réglage des relais de surcharge

Les relais de surcharge sont désignés par leur courant de réglage (des limites supérieure et inférieure du domaine du courant de réglage si celui-ci est réglable) et leur classe de déclenchement.

Le courant de réglage (ou le domaine du courant de réglage) doit être marqué sur les relais ou les démarreurs.

Cependant, si le courant de réglage dépend des conditions d'utilisation ou d'autres facteurs qui ne peuvent facilement être marqués sur le relais, le relais ou toute partie remplaçable de celui-ci (par exemple éléments chauffants, bobines de commande ou transformateurs de courant) doit porter un numéro ou un repère d'identification permettant d'obtenir les renseignements correspondants chez le constructeur ou dans son catalogue ou, de préférence, à partir d'indications fournies avec le démarreur.

Pour les relais de surcharge fonctionnant à l'aide d'un transformateur de courant, les indications peuvent se rapporter soit au courant dans le primaire du transformateur de courant qui les alimente, soit au courant de réglage des relais de surcharge. Dans l'un et l'autre cas, le rapport de transformation du transformateur de courant doit être indiqué.

B.1.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge

Les caractéristiques temps-courant doivent être données sous forme de courbes fournies par le constructeur. Elles doivent indiquer comment la durée de déclenchement à partir de l'état froid (voir B.1.6) varie en fonction du courant jusqu'à une valeur d'au moins le maximum des valeurs de $X \times I_n$.

Le constructeur doit être en mesure d'indiquer par des moyens appropriés les tolérances relatives à ces courbes ainsi que les sections des conducteurs utilisés pour établir ces courbes (voir B.3).

NOTE Il est recommandé de porter le courant en abscisses et le temps en ordonnées, en utilisant des échelles logarithmiques. Il est recommandé de porter le courant en multiples du courant de réglage et le temps en secondes en utilisant les échelles normalisées décrites au paragraphe 5.6.1 de la CEI 60269-1, dans la CEI 60269-2 (figure 1) et dans les figures 4(I), 3(II) et 4(II) de la CEI 60269-2-1.

B.1.6 Influence de la température de l'air ambiant

Les caractéristiques temps-courant (voir B.1.5) correspondent à une valeur déterminée de la température de l'air ambiant et elles se rapportent à une absence de charge préalable du relais de surcharge (c'est-à-dire à un état initial froid). Cette valeur de température de l'air ambiant doit être clairement indiquée sur les courbes de temporisation; les valeurs préférentielles sont +20 °C ou +40 °C.

Table B.1 – Trip classes of overload relays

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in B.2.1.1 e) s
10 A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$
NOTE Depending on the nature of the relay, the tripping conditions are given in B.2.1.1.	

B.1.4 Designation and current settings of overload relays

Overload relays are designated by their current setting (of the upper and lower limits of the current setting range, if adjustable) and their trip class.

The current setting (or current setting range) shall be marked on the relays or starters.

However, if the current setting is influenced by the conditions of use or other factors which cannot readily be marked on the relay, then the relay, or any interchangeable parts thereof (for example heaters, operating coils or current transformers), shall carry a number or an identifying mark which makes it possible to obtain the relevant information from the manufacturer or his catalogue or, preferably, from data furnished with the starter.

In the case of current transformer operated overload relays, the marking may refer either to the primary current of the current transformer through which they are supplied, or to the current setting of the overload relays. In either case, the ratio of the current transformer shall be stated.

B.1.5 Time-current characteristics of overload relays

Typical time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These shall indicate how the tripping time, starting from the cold state (see B.1.6), varies with the current up to a value of at least maximum ($X \times I_e$) value.

The manufacturer shall be prepared to indicate, by suitable means, the general tolerances applicable to these curves and the conductor cross-sections used for establishing these curves (see B.3).

NOTE It is recommended that the current be plotted as abscissae and the time as ordinates, using logarithmic scales. It is recommended that the current be plotted as multiples of the setting current and the time in seconds on the standard graph sheet detailed in 5.6.1 of IEC 60269-1, IEC 60269-2 (figure 1) and in figures 4(I), 3(II) and 4(II) of IEC 60269-2-1.

B.1.6 Influence of ambient air temperature

The time-current characteristics (see B.1.5) refer to a stated value of ambient air temperature, and are based on no previous loading of the overload relay (that is from an initial cold state). This value of the ambient air temperature shall be clearly given on the time curves; the preferred values are +20 °C or +40 °C.

Les relais de surcharge doivent pouvoir fonctionner dans le domaine de températures de l'air ambiant comprises entre 0 °C et +40 °C; le constructeur doit être en mesure de spécifier l'effet des variations de la température de l'air ambiant sur les caractéristiques des relais de surcharge.

B.2 Dispositions relatives au fonctionnement

B.2.1 Limites de fonctionnement des relais de surcharge

B.2.1.1 Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge quand tous leurs pôles sont alimentés

Les relais doivent satisfaire aux prescriptions du tableau B.2, lorsqu'ils sont essayés, comme suit:

- Le relais de surcharge ou le démarreur étant dans son enveloppe, s'il en est normalement équipé, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h à A fois le courant de réglage, à partir de l'état froid, à la température de référence de l'air ambiant précisée au tableau B.2. Cependant, lorsque les bornes du relais de surcharge ont atteint l'équilibre thermique avec le courant d'essai en moins de 2 h, la durée de l'essai peut être le temps mis pour atteindre cet équilibre thermique.
- Lorsque le courant est ensuite augmenté à B fois la valeur du courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h.
- Pour les relais de surcharge de classe 10A alimentés à C fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 2 min, à partir de l'équilibre thermique, au courant de réglage, conformément à la CEI 60034-1.
- Pour les relais de surcharge de classe 10, 20 et 30 alimentés à C fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 4 min, 8 min ou 12 min respectivement, à partir de l'équilibre thermique au courant de réglage.
- La classification relative à la classe de déclenchement correspond à un essai fait à 7,2 fois le courant de réglage à partir de l'état froid. Cette valeur du courant d'essai peut être remplacée par une valeur de courant égale à $X \times I_e$. Dans ce cas le temps de déclenchement doit être:
 - plus grand ou égal à la valeur correspondante du tableau 4, et
 - plus petit ou égal à $(7,2/X)^2$ fois le temps de déclenchement maximum T_p du tableau B.1.

Lorsque plusieurs valeurs d'index caractéristiques sont données, X et T_x sont les valeurs correspondant à l'index caractéristique donnant la plus grande valeur du produit $(X/I_e)^2 \times T_x$.

Dans le cas de relais de surcharge ayant un domaine de courant de réglage, les limites de fonctionnement doivent s'appliquer aussi bien lorsque le relais est parcouru par le courant correspondant au réglage maximal que lorsqu'il est parcouru par le courant correspondant au réglage minimal.

Pour les relais de surcharge non compensés, la caractéristique multiple courant/température ambiante ne doit pas dépasser 1,2 %/K.

NOTE 1,2 %/K est la caractéristique de déclassement des conducteurs isolés au PVC.

Un relais de surcharge est considéré comme compensé s'il satisfait aux exigences correspondantes des tableaux B.2 et B.3 à +20 °C et se situe à l'intérieur des limites de la figure B.1 à d'autres températures.