

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-4-2

Edition 2.2

2007-02

Edition 2:1999 consolidée par les amendements 1:2001 et 2:2006
Edition 2:1999 consolidated with amendments 1:2001 and 2:2006

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+A1:2001+A2:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI (www.iec.ch)**
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site (www.iec.ch)**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60947-4-2

Edition 2.2

2007-02

Edition 2:1999 consolidée par les amendements 1:2001 et 2:2006
Edition 2:1999 consolidated with amendments 1:2001 and 2:2006

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 2007 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 photocopie 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

CN

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
INTRODUCTION.....	12
1 Domaine d'application et objet.....	14
2 Références normatives.....	16
3 Définitions, symboles et abréviations.....	18
3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif.....	20
3.2 Définitions relatives à la CEM.....	34
3.3 Symboles et abréviations	34
4 Classification.....	36
5 Caractéristiques des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif.....	36
5.1 Énumération des caractéristiques.....	36
5.2 Type du matériel	36
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	38
5.4 Catégories d'emploi.....	50
5.5 Circuits de commande.....	52
5.6 Circuits auxiliaires	54
5.7 Caractéristiques des relais et déclencheurs (relais de surcharge)	54
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC) ..	58
6 Informations sur le matériel	60
6.1 Nature des informations	60
6.2 Marquage.....	62
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	62
7 Conditions normales de service, de montage et de transport	62
7.1 Conditions normales de service.....	62
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage	64
7.3 Montage.....	64
7.4 Perturbations du réseau électrique et influences	64
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	64
8.1 Dispositions constructives	64
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement.....	66
8.3 Prescriptions concernant la CEM.....	94
9 Essais	102
9.1 Nature des essais	102
9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction.....	104
9.3 Conformité aux prescriptions relatives au fonctionnement	104

CONTENTS

FOREWORD.....	9
INTRODUCTION.....	13
1 Scope and object.....	15
2 Normative references	17
3 Definitions, symbols and abbreviations	19
3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor motor control devices.....	21
3.2 EMC definitions	35
3.3 Symbols and abbreviations	35
4 Classification	37
5 Characteristics of a.c. semiconductor motor controllers and starters.....	37
5.1 Summary of characteristics	37
5.2 Type of equipment.....	37
5.3 Rated and limiting values for main circuits	39
5.4 Utilization category.....	51
5.5 Control circuits	53
5.6 Auxiliary circuits	55
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)	55
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)	59
6 Product information	61
6.1 Nature of information	61
6.2 Marking	63
6.3 Instructions for installation, operation, and maintenance	63
7 Normal service, mounting and transport conditions.....	63
7.1 Normal service conditions	63
7.2 Conditions during transport and storage	65
7.3 Mounting	65
7.4 Electrical system disturbances and influences	65
8 Constructional and performance requirements.....	65
8.1 Constructional requirements	65
8.2 Performance requirements	67
8.3 EMC requirements.....	95
9 Tests	103
9.1 Kinds of tests	103
9.2 Compliance with constructional requirements	105
9.3 Compliance with performance requirements	105

Annexe A (normative) Marquage et identification des bornes	146
Annexe B Disponible	152
Annexe C (normative) Coordination au courant d'intersection entre le démarreur et le DPCC associé.....	154
Annexe D (normative) Prescriptions d'essai d'émission rayonnée	162
Annexe E (informative) Méthode de conversion des limites d'émission rayonnée du CISPR 11 en puissance transmise équivalente	166
Annexe F (informative) Aptitude au fonctionnement	168
Annexe G (informative) Exemples de configuration de circuits de commande	174
Annexe H (informative) Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	178
Annexe I (normative) Circuit d'essai modifié pour l'essai de court-circuit des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs.....	180
Annexe J (informative) Diagramme pour définir les essais des gradateurs à semiconducteurs à dérivation	184
Annexe K (normative) Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge.....	186
Figure 1 – Appareils à semiconducteurs de commande de moteur	24
Figure 2 – Méthodes de raccordement	42
Figure 3 – Essai de la mémoire thermique	70
Figure 4 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge temporisés compensés pour la température de l'air ambiant.....	128
Figure C.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant	160
Figure F.1 – Profil d'essai de stabilité thermique	168
Figure F.2 – Profil d'essai de capacité de surcharge	170
Figure F.3 – Profil d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation	172
Figure I.1 – Circuit modifié pour l'essai de court-circuit des appareils à semiconducteurs ...	180
Figure I.2 – Chronologie pour l'essai de court-circuit de 9.3.4.1.6	182
Figure K.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais électronique de surcharge à courant résiduel.....	194
Tableau 1 – Fonctions possibles des appareils à semiconducteurs de commande de moteur	26
Tableau 2 – Catégorie d'emploi.....	52
Tableau 3 – Niveaux de sévérité relatifs	52
Tableau 19 – Classes de déclenchement des relais de surcharge.....	56
Tableau 20 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge chargés sur tous leurs pôles	70
Tableau 21 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles seulement.....	72
Tableau 17 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile.....	80
Tableau 18 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent.....	80
Tableau 4 – Durée minimale (Tx) 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 19).....	86
Tableau 5 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique	86

Annex A (normative) Marking and identification of terminals	147
Annex B Vacant	153
Annex C (normative) Co-ordination at the crossover current between the starter and associated SCPD	155
Annex D (normative) Requirements for radiated emission testing	163
Annex E (informative) Method of converting CISPR 11 radiated emission limits to transmitted power equivalents	167
Annex F (informative) Operating capability	169
Annex G (informative) Examples of control circuit configurations	175
Annex H (informative) Items subject to agreement between manufacturer and user	179
Annex I (normative) Modified test circuit for short-circuit testing of semiconductor motor controllers and starters	181
Annex J (informative) Flowchart for constructing bypassed semiconductor controllers tests	185
Annex K (normative) Extended functions within electronic overload relays	187
Figure 1 – Semiconductor motor control devices	25
Figure 2 – Connecting methods	43
Figure 3 – Thermal memory test	71
Figure 4 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays	129
Figure C.1 – Examples of time-current withstand characteristic	161
Figure F.1 – Thermal stability test profile	169
Figure F.2 – Overload capability test profile	171
Figure F.3 – Blocking and commutating capability test profile	173
Figure I.1 – Modified circuit for short-circuit testing of semiconductor devices	181
Figure I.2 – Time line for the short-circuit test of 9.3.4.1.6	183
Figure K.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a residual current electronic overload relay	195
Table 1 – Functional possibilities of semiconductor motor control devices	27
Table 2 – Utilization categories	53
Table 3 – Relative levels of severity	53
Table 19 – Trip classes of overload relays	57
Table 20 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles	71
Table 21 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only	73
Table 17 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil	81
Table 18 – Intermittent duty test cycle data	81
Table 4 – Minimum overload current withstand time (T_x) in relation to overload current ratio (X) and corresponding to overload relay trip class (see Table 19)	87
Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions	87

Tableau 6 – Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de la tenue aux surcharges	88
Tableau 7 – Prescriptions minimales et conditions d'essai pour le fonctionnement avec une charge constituée par un moteur à induction.....	88
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 et pour certaines variantes de gradateurs à dérivation	92
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 et pour certaines variantes de gradateurs à dérivation	92
Tableau 10 – Critère d'acceptation ou de fonctionnement en présence de perturbations électromagnétiques	100
Tableau 11 – Spécification d'essai pour la stabilité thermique.....	116
Tableau 12 – Conditions de température initiale du boîtier.....	116
Tableau 13 – Spécification d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation	122
Tableau 14 – Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites à fréquences radio	138
Tableau 15 – Limites d'essai d'émissions rayonnées	138
Tableau 16 – Creux de tension et microcoupures.....	142
Tableau A.1 – Marquage des bornes des circuits principaux	146
Tableau C.1 – Conditions d'essai.....	158
Tableau K.1 – Temps de fonctionnement des relais électroniques de surcharge à courant résiduel	188

Table 6 – Minimum requirements for overload capability test conditions	89
Table 7 – Minimum requirements and conditions for performance testing with an induction motor load	89
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 and for certain forms of bypassed controllers	93
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 and for certain forms of bypassed controllers	93
Table 10 – Specific acceptance or performance criteria when EM disturbances are present	101
Table 11 – Thermal stability test specifications	117
Table 12 – Initial case temperature requirements	117
Table 13 – Blocking and commutating capability test specifications	123
Table 14 – Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission	139
Table 15 – Radiated emissions test limits	139
Table 16 – Voltage dips and short-time interruption test	143
Table A.1 – Main circuit terminal markings	147
Table C.1 – Test conditions	159
Table K.1 – Operating time of residual current electronic overload relays	189

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

La Norme internationale CEI 60947-4-2 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

La présente version consolidée de la CEI 60947-4-2 comprend la deuxième édition (1999) [documents 17B/998/FDIS et 17B/1012/RVD], son amendement 1 (2001) [documents 17B/1143/FDIS et 17B/1168/RVD], son amendement 2 (2006) [documents 17B/1499/FDIS et 17B/1524/RVD] et son corrigendum de mars 2002.

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à ses amendements; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 2.2.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par les amendements 1 et 2 et le corrigendum.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR –

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

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

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

This consolidated version of IEC 60947-4-2 consists of the second edition (1999) [documents 17B/998/FDIS and 17B/1012/RVD], its amendment 1 (2001) [documents 17B/1143/FDIS and 17B/1168/RVD], its amendment 2 (2006) [documents 17B/1499/FDIS and 17B/1524/RVD] and its corrigendum of March 2002.

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendments and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 2.2.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendments 1 and 2 and the corrigendum.

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

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

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

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

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

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

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

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

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 avec ou sans dispositif de court-circuitage.

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, les relais de surcharge et les dispositifs de commande de circuit 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 with and without bypass means.

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, overload relays 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 de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

Amendement 1 (1997)

Amendement 2 (1998)

CEI 60085:2004, *Isolation électrique – Classification thermique*

CEI 60146 (toutes les parties), *Convertisseurs à semiconducteurs*

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

Amendement 1 (2005)

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

CEI 60439-1:1999, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

Amendement 1 (2004)

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

CEI 60947-1:2004, *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 61000-3-2:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-2: Limites – Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les appareils ≤ 16 A par phase)*

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 CEM¹*

Amendement 1 (1998)

Amendement 2 (2000)

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

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*

Amendement 1 (2000)

Amendement 2 (2001)

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

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60034-1:2004, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

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

Amendment 1 (1997)

Amendment 2 (1998)

IEC 60085:2004, *Electrical insulation – Thermal classification*

IEC 60146 (all parts), *Semiconductor convertors*

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

Amendment 1 (2005)

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

IEC 60439-1:1999, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

Amendment 1 (2004)

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

IEC 60947-1:2004, *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 61000-3-2:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Limits – Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 61000-4-2:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC publication*¹

Amendment 1 (1998)

Amendment 2 (2000)

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

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*

Amendment 1 (2000)

Amendment 2 (2001)

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

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*
Amendement 1 (2000)

CEI 61000-4-6:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*
Amendement 1 (2004)

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*
Amendement 1 (2000)

CEI 61131-2:2003, *Automates programmables – Partie 2: Spécifications et essais des équipements* (disponible en anglais seulement)

CISPR 11:2003, *Appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radio-électrique – Caractéristiques de perturbations électromagnétiques – Limites et méthodes de mesure*
Amendement 1 (2004)

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

3 Définitions, symboles et abréviations

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.

	Référence
A	
Accélération contrôlée	3.1.5
Aptitude au fonctionnement	3.1.16
B	
Brouillage (radioélectrique)	3.2.5
C	
Compatibilité électromagnétique, CEM (abréviation)	3.2.1
Courant de fuite à l'état bloqué	3.1.13
Courant minimal de charge	3.1.11
Courant présumé à rotor bloqué	3.1.8
Cycle de manœuvre (d'un gradateur)	3.1.15
D	
Décélération contrôlée	3.1.6
Démarrreur à semiconducteurs de moteur (variante 1, variante 2, variante 3)	3.1.1.2
Durée à l'état bloqué	3.1.28
Durée à l'état passant	3.1.27
E	
Emission (électromagnétique)	3.2.2
Etat passant	3.1.9
F	
Fonction de limitation de courant	3.1.3
Fonctionnement contrôlé	3.1.7

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity test*
Amendment 1 (2000)

IEC 61000-4-6:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*
Amendment 1 (2004)

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*
Amendment 1 (2000)

IEC 61131-2:2003, *Programmable controllers – Part 2: Equipment requirements and tests*

CISPR 11:2003, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment – Electromagnetic disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*
Amendment 1 (2004)

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

3 Definitions, symbols and abbreviations

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

	Reference
A	
AC semiconductor motor controller	3.1.1.1
B	
Burst (of pulses or oscillations)	3.2.7
Bypassed controller	3.1.29
C	
CO operation	3.1.30
Controlled acceleration	3.1.5
Controlled deceleration	3.1.6
Controlled running	3.1.7
Current-limit function	3.1.3
E	
Electromagnetic compatibility, EMC (abbreviation)	3.2.1
Electromagnetic disturbance	3.2.3
Electromagnetic emission	3.2.2
F	
Full-on (state of controllers)	3.1.10
H	
Hybrid motor controllers or starters, form HxA (where x = 1, 2 or 3)	3.1.2.1
Hybrid motor controllers or starters, form HxB	3.1.2.2
I	
Inhibit time	3.1.26
J	
Jam sensitive electronic overload relay	3.1.25

G	
Gradateur à dérivation	3.1.29
Gradateur à semiconducteurs de moteur (variante 1).....	3.1.1.1.1
Gradateur à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif	3.1.1.1
Gradateur à semiconducteurs de moteur pour démarrage direct (DOL) (variante 3) ..	3.1.1.1.3
Gradateur à semiconducteurs de moteur pour démarrage progressif (variante 2).....	3.1.1.1.2
Gradateur ou démarreur à semiconducteurs à déclenchement libre	3.1.20
Gradateurs ou démarreurs de moteur hybrides, variante HxA (où x = 1, 2 ou 3).....	3.1.2.1
Gradateurs ou démarreurs de moteur hybrides, variante HxB	3.1.2.2
I	
Index caractéristique.....	3.1.18
M	
Manœuvre (d'un gradateur)	3.1.14
Manœuvre CO	3.1.30
Manœuvre de déclenchement (d'un gradateur ou d'un démarreur à semiconducteurs)	3.1.19
Manœuvre O.....	3.1.31
Manœuvre par impulsions	3.1.4
P	
Perturbation électromagnétique; parasite (électromagnétique).....	3.2.3
Perturbation radioélectrique; parasite (radioélectrique)	3.2.4
Pleine conduction (état d'un gradateur).....	3.1.10
Position d'ouverture	3.1.2.3
Profil de courant de surcharge	3.1.17
R	
Relais électronique de surcharge sensible au blocage	3.1.25
Relais électronique de surcharge sensible au calage	3.1.24
Relais ou déclencheur à minimum de courant	3.1.22
Relais ou déclencheur à minimum de tension	3.1.23
Relais ou déclencheur de surcharge sensible à une perte de phase	3.1.21
S	
Salves	3.2.7
T	
Temps d'inhibition.....	3.1.26
Tension de choc (progressive).....	3.2.8
Transitoire (adjectif et nom)	3.2.6

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 1 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.

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

M	
Manoeuvre	3.1.4
Minimum load current	3.1.11
O	
O operation	3.1.31
OFF-state leakage current	3.1.13
OFF-time	3.1.28
ON-state	3.1.9
ON-time	3.1.27
Open position	3.1.2.3
Operating capability	3.1.16
Operating cycle (of a controller)	3.1.15
Operation (of a controller)	3.1.14
Overload current profile	3.1.17
P	
Phase loss sensitive overload relay or release	3.1.21
Prospective locked rotor current	3.1.8
R	
Radio (frequency) disturbance	3.2.4
Radio frequency interference, RFI (abbreviation)	3.2.5
Rating index	3.1.18
S	
Semiconductor direct-on-line (DOL) motor controller (form 3)	3.1.1.1.3
Semiconductor motor controller (form 1)	3.1.1.1.1
Semiconductor motor starter (form 1, form 2, form 3)	3.1.1.2
Semiconductor soft-start motor controller (form 2)	3.1.1.1.2
Stall sensitive electronic overload relay	3.1.24
T	
Transient (adjective and noun)	3.2.6
Trip-free controller or starter	3.1.20
Tripping operation (of a controller or starter)	3.1.19
U	
Under-current relay or release	3.1.22
Under-voltage relay or release	3.1.23
V	
Voltage surge	3.2.8

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 1 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.

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

3.1.1.1.1

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

démarrateurs à semiconducteurs 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

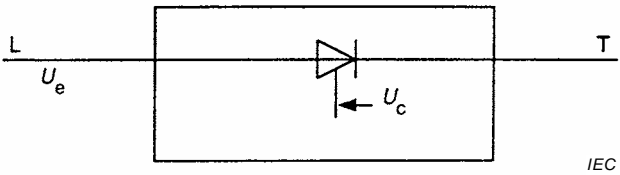
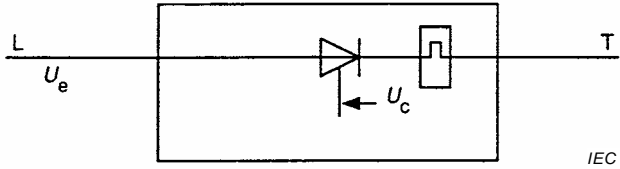
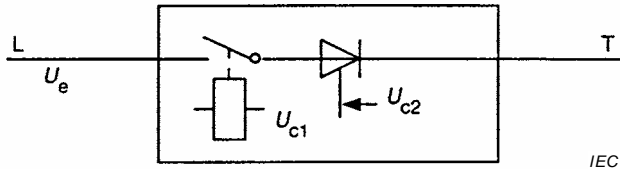
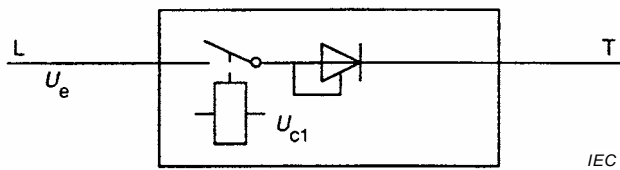
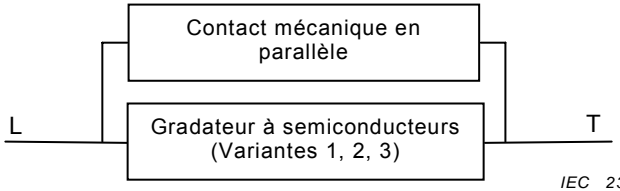
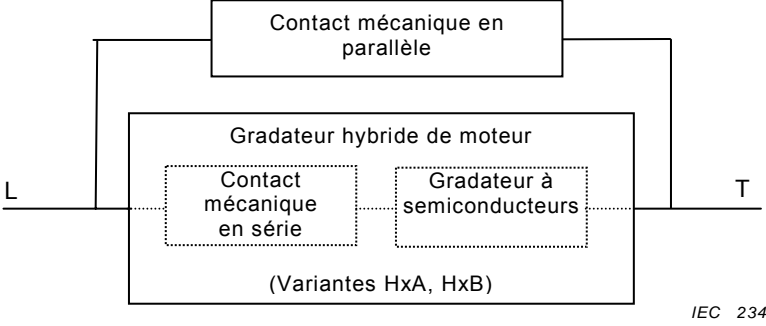
Appareil			
Gradateur à semi-conducteurs de moteur (variantes 1, 2, 3)			
Démarrateur à semi-conducteurs de moteur (variantes 1, 2, 3)			
Gradateur de moteur hybride HxA* où x = 1, 2 ou 3			
Gradateur de moteur hybride HxB**			
Gradateur à dérivation			
Gradateur hybride de moteur à dérivation ^c			
Démarrateur 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
<p>* Deux commandes séparées pour le gradateur et l'appareil mécanique de connexion en série.</p> <p>** Une commande seulement pour l'appareil mécanique de connexion en série.</p> <p>^c Pour d'autres configurations, les essais peuvent être adaptés de façon appropriée par accord entre l'utilisateur et le constructeur.</p>			

Figure 1 – Appareils à semiconducteurs de commande de moteur

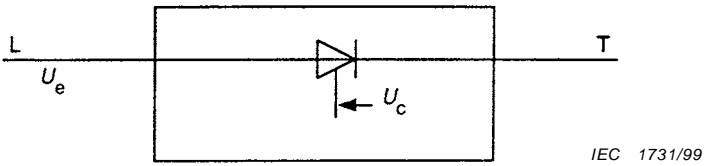
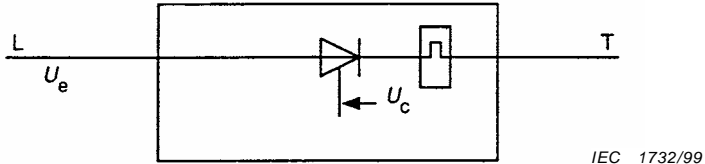
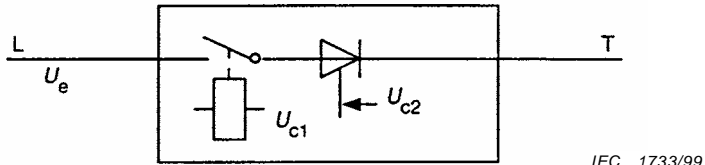
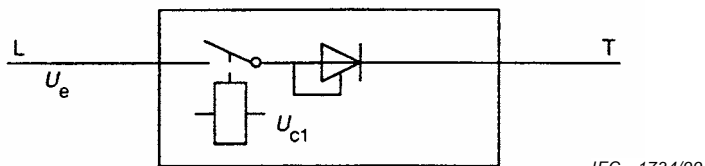
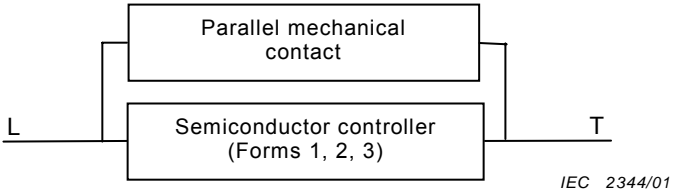
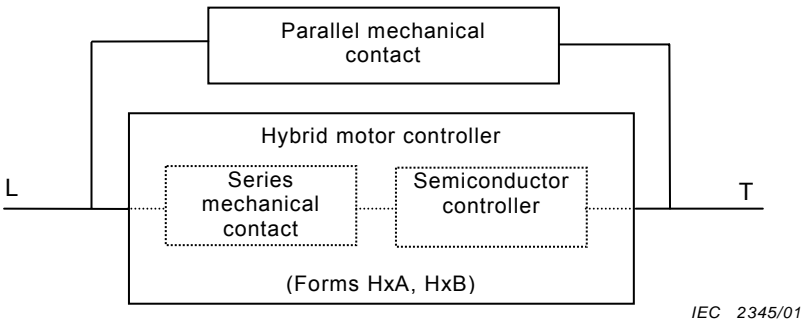
Device			
Semiconductor motor controller (forms 1, 2, 3)			
Semiconductor motor starter (forms 1, 2, 3)			
Hybrid motor controller HxA* where x = 1, 2 or 3			
Hybrid motor controller HxB**			
Bypassed controller			
Bypassed hybrid motor controller ^c			
Hybrid motor starter	Form H1A or H1B with motor overload protection	Form H2A or H2B with motor overload protection	Form H3A or H3B with motor overload protection
<p>* Two separate controls for the controller and the series mechanical switching device.</p> <p>** One control only for the series mechanical switching device.</p> <p>^c For other configurations, tests may be suitably adapted by agreement between the user and the manufacturer.</p>			

Figure 1 – 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	<ul style="list-style-type: none"> – Etat bloqué – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsion – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée 	<ul style="list-style-type: none"> – Etat bloqué – Fonction démarrage – Accélération contrôlée – Pleine conduction 	Non disponible
Gradateur DOL à semiconducteurs	Non disponible	Non disponible	<ul style="list-style-type: none"> – 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: <ul style="list-style-type: none"> – Ouvert – Etat bloqué – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsions – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée 	H2A: <ul style="list-style-type: none"> – Ouvert – Etat bloqué – Fonction démarrage – Accélération contrôlée – Pleine conduction 	H3A: <ul style="list-style-type: none"> – Ouvert – Etat bloqué – Démarrage direct – Pleine conduction
Gradateur hybride de moteur HxB** où x = 1, 2 ou 3	H1B: <ul style="list-style-type: none"> – Ouvert – Fonction démarrage – Manœuvre par impulsions – Accélération contrôlée – Vitesse normale – Pleine conduction – Décélération contrôlée 	H2B: <ul style="list-style-type: none"> – Ouvert – Accélération contrôlée – Fonction démarrage – Pleine conduction 	H3B: <ul style="list-style-type: none"> – 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 hybrides, 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	<ul style="list-style-type: none"> – OFF – Starting function – Manoeuvring – Controlled acceleration – Running – FULL ON – Controlled deceleration 	<ul style="list-style-type: none"> – OFF state – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON 	Not available
Semiconductor DOL motor controller	Not available	Not available	<ul style="list-style-type: none"> – 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: <ul style="list-style-type: none"> – Open – OFF state – Starting function – Manoeuvring – Controlled acceleration – Running – Full ON – Controlled deceleration 	H2A: <ul style="list-style-type: none"> – Open – OFF state – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON 	H3A: <ul style="list-style-type: none"> – Open – OFF state – Starting function – FULL ON
Hybrid motor controller HxB** where x = 1, 2 or 3	H1B: <ul style="list-style-type: none"> – Open – Starting function – Manoeuvring – Controlled acceleration – Running – FULL ON – Controlled deceleration 	H2B: <ul style="list-style-type: none"> – Open – Starting function – Controlled acceleration – FULL ON 	H3B: <ul style="list-style-type: none"> – 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 HxB

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

3.1.10

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

3.1.2.2

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

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

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 semiconducteurs)

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

3.1.20

gradateur ou démarreur à semiconducteurs 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 sensible à une perte de phase

relais ou déclencheur de surcharge multipolaire qui fonctionne dans le cas d'une surcharge et également dans le cas d'une perte de phase dans des conditions spécifiées

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

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 overload relay or release

multipole 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

relais ou déclencheur à minimum de courant

relais de mesure ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque le courant qui le traverse devient inférieur à une valeur prédéterminée

3.1.23

relais ou déclencheur à minimum de tension

relais de mesure ou déclencheur qui fonctionne automatiquement lorsque la tension qui lui est appliquée devient inférieure à une valeur prédéterminée

3.1.24

relais électronique de surcharge sensible au calage

relais électronique de surcharge qui fonctionne lorsque le courant n'a pas diminué en dessous d'une valeur prédéterminée pendant une période de temps spécifique durant le démarrage ou lorsque le relais reçoit une information lui indiquant qu'il n'y a pas rotation du moteur après un temps prédéterminé, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Explication de calage: rotor bloqué pendant le démarrage.

3.1.25

relais électronique de surcharge sensible au blocage

relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas d'une surcharge et aussi lorsque le courant a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée pendant une période de temps spécifique durant le fonctionnement, conformément aux exigences spécifiées

NOTE Explication de blocage: surcharge élevée survenant après achèvement du démarrage qui provoque une augmentation du courant atteignant la valeur correspondant au rotor bloqué du moteur commandé.

3.1.26

temps d'inhibition

temporisation pendant laquelle la fonction de déclenchement du relais est inhibée (peut être réglable)

3.1.27

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

3.1.28

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.

3.1.29

gradateur à dérivation

matériel dans lequel les contacts principaux d'un appareil mécanique de connexion sont connectés en parallèle avec les bornes du circuit principal d'un appareil de connexion à semiconducteurs, et dont les dispositifs de commande des deux appareils de connexion sont coordonnés

3.1.30

manœuvre CO

coupe du circuit par le DPCC résultant de la fermeture du circuit par le matériel soumis à l'essai

3.1.31

manœuvre O

coupe du circuit par le DPCC résultant de la fermeture du circuit sur le matériel soumis à l'essai qui est dans la position fermée

3.1.22

under-current relay or release

measuring relay or release which operates automatically when the current through it is reduced below a predetermined value

3.1.23

under-voltage relay or release

measuring relay or release which operates automatically when the voltage applied to it is reduced below a predetermined value

3.1.24

stall sensitive electronic overload relay

electronic overload relay which operates when the current has not decreased below a predetermined value for a specific period of time during start-up or when the relay receives the input indicating there is no rotation of the motor after a predetermined time in accordance with specified requirements

NOTE Explanation of stall: rotor locked during start.

3.1.25

jam sensitive electronic overload relay

electronic overload relay which operates in the case of overload and also when the current has increased above a predetermined value for a specific period of time during run in accordance with specified requirements

NOTE Explanation of jam: high overload occurring after the completion of starting which causes the current to reach the locked rotor current value of the motor being controlled.

3.1.26

inhibit time

time-delay period during which the tripping function of the relay is inhibited (may be adjustable)

3.1.27

ON-time

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

3.1.28

OFF-time

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

3.1.29

bypassed controller

equipment wherein the main circuit contacts of a mechanical switching device are connected in parallel with the main circuit terminals of a semiconductor switching device, and wherein the operating means of the two switching devices are co-ordinated

3.1.30

CO operation

breaking of the circuit by the SCPD resulting from closing the circuit by the equipment under test

3.1.31

O operation

breaking of the circuit by the SCPD resulting from closing the circuit on the equipment under test which is in the closed position

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]

3.2.5

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]

3.3 Symboles et abréviations

A_f	Température ambiante finale (9.3.3.3.4)
C_f	Température finale du boîtier (9.3.3.3.4)
CEM	Compatibilité électromagnétique
DPCC	Dispositif de protection contre les courts-circuits

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

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 or 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]

3.3 Symbols and abbreviations

A_f	Final ambient temperature (9.3.3.3.4)
C_f	Final case temperature (9.3.3.3.4)
EMC	Electromagnetic compatibility
EUT	Equipment under test

EUT	Matériel en essai
I_c	Courant établi et coupé (Tableau 8)
I_e	Courant assigné d'emploi (5.3.2.3)
I_F	Courant de fuite après l'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation (9.3.3.6.3)
I_{init}	Courant d'essai initial (9.3.3.6.2)
I_L	Courant de fuite à l'état bloqué (3.1.13)
I_{LRP}	Courant présumé à rotor bloqué (3.1.8)
I_O	Courant de fuite avant l'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation (9.3.3.6.3)
I_{th}	Courant thermique conventionnel à l'air libre (5.3.2.1)
I_{the}	Courant thermique conventionnel sous enveloppe (5.3.2.2)
I_u	Courant assigné ininterrompu (5.3.2.4)
U_c	Tension assignée du circuit de commande (5.5)
U_e	Tension assignée d'emploi (5.3.1.1)
U_i	Tension assignée d'isolement (5.3.1.2)
U_{imp}	Tension assignée de tenue aux chocs (5.3.1.3)
U_r	Tension de rétablissement à fréquence industrielle (Tableau 6)
U_s	Tension assignée d'alimentation du circuit de commande (5.5)

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);

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).

I_c	Current made and broken (Table 8)
I_e	Rated operational current (5.3.2.3)
I_F	Leakage current after the blocking and commutating capability test (9.3.3.6.3)
I_{init}	Initial test current (9.3.3.6.2)
I_L	OFF-state leakage current (3.1.13)
I_{LRP}	Prospective locked rotor current (3.1.8)
I_O	Leakage current before the blocking and commutating capability test (9.3.3.6.3)
I_{th}	Conventional free air thermal current (5.3.2.1)
I_{the}	Conventional enclosed thermal current (5.3.2.2)
I_u	Rated uninterrupted current (5.3.2.4)
SCPD	Short-circuit protective device
U_c	Rated control circuit voltage (5.5)
U_e	Rated operational voltage (5.3.1.1)
U_i	Rated insulation voltage (5.3.1.2)
U_{imp}	Rated impulse withstand voltage (5.3.1.3)
U_r	Power frequency recovery voltage (Table 6)
U_s	Rated control supply voltage (5.5)

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);

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.

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.

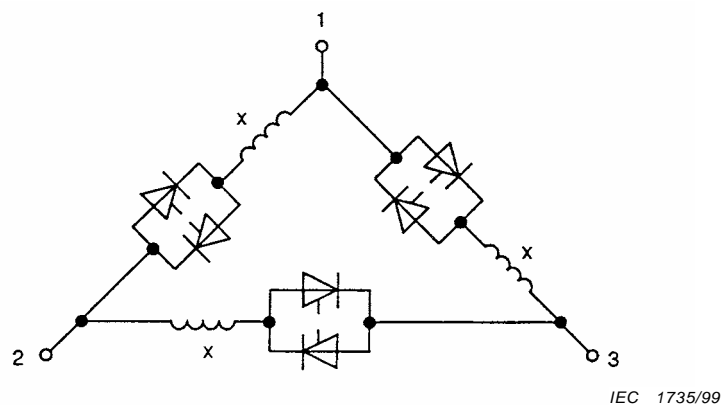


Figure 2a – Moteur en triangle – Thyristors en série avec un bobinage

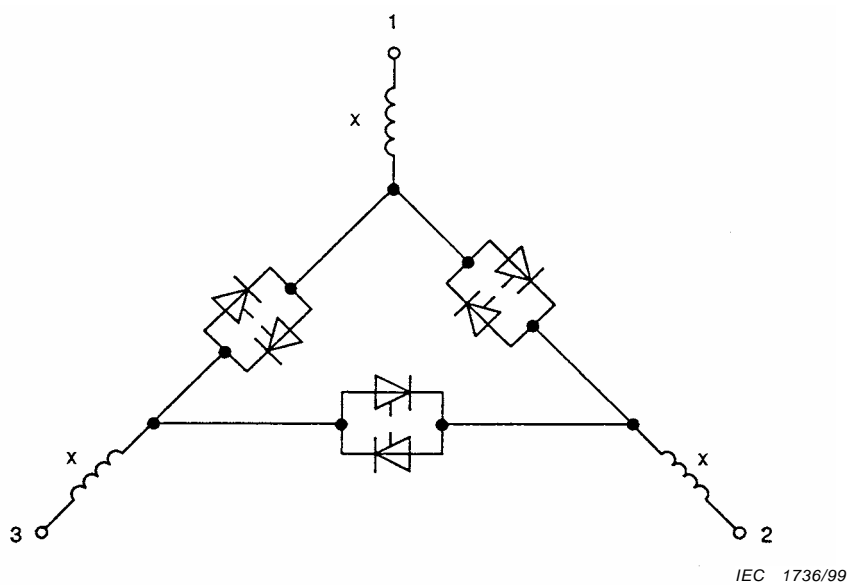


Figure 2b – Moteur en étoile – Thyristors en triangle

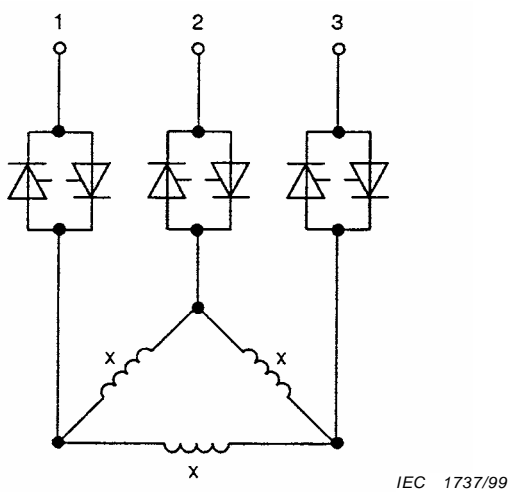


Figure 2c – Moteur en triangle – Thyristors raccordés entre le bobinage et l'alimentation

Figure 2 – Méthodes de raccordement

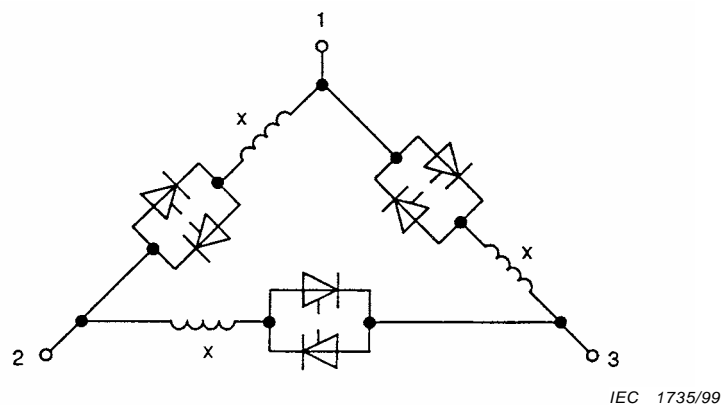


Figure 2a – Motor in delta – Thyristors in series with a winding

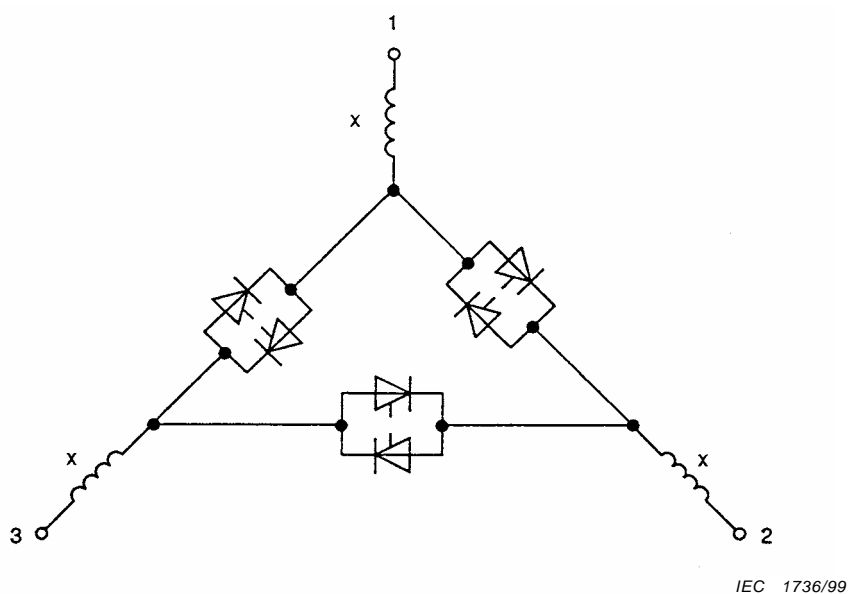


Figure 2b – Motor in star – Thyristors in delta

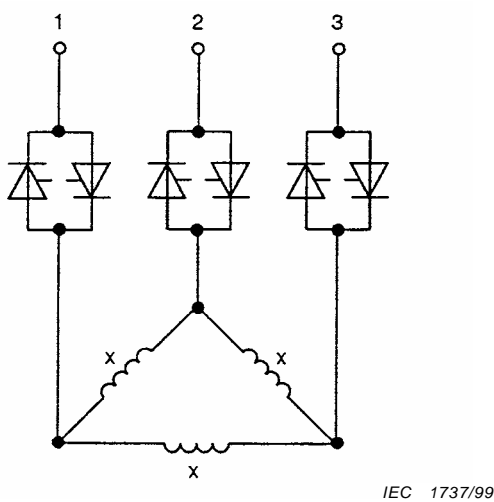


Figure 2c – Motor in delta – Thyristors connected between winding and supply

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.

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.

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 un service intermittent seulement (AC-53b, AC-58b); par exemple, après le démarrage, le moteur peut être relié à un circuit qui court-circuite les semiconducteurs de puissance.

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 manoeuvre 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 manoeuvres 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 intermittent duty only (AC-53b, AC-58b); for example after starting, the motor may be connected into a circuit that bypasses the power semiconductors.

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 appareil de connexion à semiconducteurs (par exemple, dans le cadre de la présente norme, un gradateur de moteur ou démarreur à semiconducteurs). 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 , 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 switching device (e.g. within this standard 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: service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale
AC-52b	Commande statorique de moteurs à bagues: service intermittent
AC-53a	Commande de moteurs à cage d'écureuil: service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale
AC-53b	Commande de moteurs à cage d'écureuil: service intermittent
AC-58a	Commande de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge: service de 8 h avec des courants de démarrage, d'accélération et de vitesse normale
AC-58b	Commande de compresseurs hermétiques de réfrigération avec réarmement automatique des déclencheurs de surcharge: service intermittent
<p>NOTE 1 Le dispositif de court-circuitage du gradateur ou démarreur à semiconducteurs peut faire partie intégrante du gradateur/démarreur ou être installé séparément. Il peut aussi être dépendant ou sans restriction comme spécifié en 8.2.1.7 et 8.2.1.8.</p> <p>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.</p>	

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)
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			

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: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run
AC-52b	Control of slip ring motor stators: intermittent duty
AC-53a	Control of squirrel cage motors: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run
AC-53b	Control of squirrel cage motors: intermittent duty
AC-58a	Control of hermetic refrigerant compressor motors with automatic resetting of overload releases: 8 h duty with on-load currents for start, acceleration, run
AC-58b	Control of hermetic refrigerant compressor motors with automatic resetting of overload releases: intermittent duty
<p>NOTE 1 The means of bypassing the semiconductor controller or starter may be integral with the controller/starter or installed separately. It also may be dependant or unrestricted as specified in 8.2.1.7 and 8.2.1.8.</p> <p>NOTE 2 A 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.</p>	

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)
<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>			

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.

Les entrées numériques et/ou les sorties numériques contenues dans les gradateurs et démarreurs, et destinées à être compatibles avec les automates programmables doivent satisfaire aux exigences de la CEI 61131-2.

5.7 Caractéristiques des relais et déclencheurs (relais 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.

5.7.1 Enumération des caractéristiques

Les caractéristiques des relais et des déclencheurs doivent être indiquées dans les termes suivants, s'il y a lieu:

- types du relais ou du déclencheur (voir 5.7.2);
- valeurs caractéristiques (voir 5.7.3);
- désignation et courant de réglage des relais de surcharges (voir 5.7.4);
- caractéristiques temps-courant des relais de surcharges (voir 5.7.5);
- influence de la température de l'air ambiant (voir 5.7.6).

5.7.2 Types du relais ou du déclencheur

- a) Relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension et à minimum de courant.
- b) Relais de surcharge à fonctionnement différé dont le retard est:
 - 1) dépendant de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge ou relais électronique de surcharge);
 - 2) dépendant de la charge préalable (par exemple relais thermique de surcharge ou relais électronique de surcharge), et, de plus, sensible à une perte de phase (voir 3.1.21);
 - 3) indépendant de la charge préalable (sans mémoire thermique).
- c) Relais ou déclencheur à maximum de courant à fonctionnement instantané (par exemple sensible au blocage, voir 3.1.25).
- d) Autres relais ou déclencheurs (par exemple relais de commande associé à des dispositifs de protection thermique du démarreur).
- e) Relais ou déclencheur de calage.

5.7.3 Valeurs caractéristiques

- a) Déclencheur shunt, relais ou déclencheur d'ouverture à minimum de tension (minimum de courant), à maximum de tension (maximum de courant à fonctionnement instantané), à asymétrie de courant ou de tension et à inversion de phase:

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.

Digital inputs and/or digital outputs contained in controllers and starters, and intended to be compatible with PLC's shall fulfil the requirements of IEC 61131-2.

5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)

NOTE In the remainder of this standard, the words "overload relay" will be taken to apply equally to an overload relay or an overload release, as appropriate.

5.7.1 Summary of characteristics

The characteristics of relays and releases shall be stated in the following terms, whenever applicable:

- types of relay or release (see 5.7.2);
- characteristic values (see 5.7.3);
- designation and current settings of overload relays (see 5.7.4);
- time-current characteristics of overload relays (see 5.7.5);
- influence of ambient air temperature (see 5.7.6).

5.7.2 Types of relay or release

- a) Under-voltage and under-current opening relay or release.
- b) Overload time-delay relay the time-lag of which is:
 - 1) dependent on previous load (e.g. thermal or electronic overload relay);
 - 2) dependent on previous load (e.g. thermal or electronic overload relay) and also sensitive to phase loss (see 3.1.21);
 - 3) independent of previous load (without thermal memory).
- c) Instantaneous over-current relay or release (e.g. jam sensitive, see 3.1.25).
- d) Other relays or releases (e.g. control relay associated with devices for the thermal protection of the starter).
- e) Stall relay or release.

5.7.3 Characteristic values

- a) Release with shunt coil, under-voltage (under-current), over-voltage (instantaneous over current), current or voltage asymmetry and phase reversal opening relay or release:

- tension ou courant assigné;
- fréquence assignée;
- tension (courant) de fonctionnement;
- temps de fonctionnement (s'il y a lieu);
- temps d'inhibition (s'il y a lieu).

b) Relais de surcharge:

- désignation et courant de réglage (voir 5.7.4);
- 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 19, ou valeur de la durée maximale de déclenchement, exprimée en secondes, dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1.1.1 et Tableau 20, colonne *D*, lorsque cette durée dépasse 30 s;
- nombre de pôles;
- nature du relais: thermique, électronique ou électronique sans mémoire thermique;
- nature du réarmement: manuel ou automatique.

c) Déclencheur avec relais de détection de courant résiduel:

- courant assigné;
- courant de fonctionnement;
- temps de fonctionnement ou caractéristique temps-courant selon le Tableau K.1;
- temps d'inhibition (s'il y a lieu);
- désignation du type (voir Annexe K).

Tableau 19 – Classes de déclenchement des relais de surcharge

Classe de déclenchement	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1.1.1 et Tableau 20, colonne <i>D</i> ^a	Durée de déclenchement T_p dans les conditions spécifiées en 8.2.1.5.1.1.1 et Tableau 20, colonne <i>D</i> pour les tolérances plus étroites (bande de tolérance E) ^a
	s	s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0,5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

^a Le constructeur doit ajouter la lettre E aux classes de déclenchement pour indiquer la conformité à la bande E.

NOTE 1 Selon la nature du relais, les conditions de déclenchement sont données en 8.2.1.5.

NOTE 2 Les valeurs limites les plus faibles de T_p sont choisies pour tenir compte des caractéristiques de l'élément chauffant et des tolérances de fabrication.

- rated voltage (current);
- rated frequency;
- operating voltage (current);
- operating time (when applicable);
- inhibit time (when applicable).

b) Overload relay:

- designation and current settings (see 5.7.4);
- 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 19, or the value of the maximum tripping time, in seconds, under the conditions specified in 8.2.1.5.1.1.1 and Table 20, column *D*, when this time exceeds 30 s;
- number of poles;
- nature of the relay: thermal, electronic or electronic without thermal memory;
- nature of the reset: manual or automatic.

c) Release with residual current sensing relay:

- rated current;
- operating current;
- operating time or time-current characteristic according to Table K.1;
- inhibit time (when applicable);
- type designation (see Annex K).

Table 19 – Trip classes of overload relays

Trip class	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1.1.1 and Table 20, column <i>D</i> ^a	Tripping time T_p under the conditions specified in 8.2.1.5.1.1.1 and Table 20, column <i>D</i> for tighter tolerances (tolerance band E) ^a
	s	s
2	–	$T_p \leq 2$
3	–	$2 < T_p \leq 3$
5	$0,5 < T_p \leq 5$	$3 < T_p \leq 5$
10A	$2 < T_p \leq 10$	–
10	$4 < T_p \leq 10$	$5 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$	$10 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$	$20 < T_p \leq 30$
40	–	$30 < T_p \leq 40$

^a The manufacturer shall add the letter E to trip classes to indicate compliance with the band E.

NOTE 1 Depending on the nature of the relay, the tripping conditions are given in 8.2.1.5.

NOTE 2 The lower limiting values of T_p are selected to allow for differing heater characteristics and manufacturing tolerances.

5.7.4 Désignation et courants de réglage des relais de surcharge

Les relais de surcharge sont désignés par leur courant de réglage (ou les 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 des courants de réglage) doit être marqué sur les relais.

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 auprès du 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.

5.7.5 Caractéristiques temps-courant des relais de surcharge

Les caractéristiques temps-courant doivent être données sous forme de courbes fournies par le constructeur. Ces courbes doivent indiquer comment la durée de déclenchement, à partir de l'état froid (voir 5.7.6), varie en fonction du courant jusqu'à une valeur d'au moins la valeur maximale ($X \cdot I_e$). Le constructeur doit être en mesure d'indiquer par des moyens appropriés les tolérances générales relatives à ces courbes ainsi que les sections des conducteurs utilisés pour établir ces courbes (voir 9.3.3.6.5, point c)).

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 dans la CEI 60269-1.

5.7.6 Influence de la température de l'air ambiant

Les caractéristiques temps-courant (voir 5.7.5) 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.

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.

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.

5.7.4 Designation and current settings of overload relays

Overload relays are designated by their current setting (or 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.

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 (e.g. 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.

5.7.5 Time-current characteristics of overload relays

Typical time-current characteristics shall be given in the form of curves supplied by the manufacturer. These curves shall indicate how the tripping time, starting from the cold state (see 5.7.6), varies with the current up to a value of at least maximum ($X \cdot I_e$) 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 9.3.3.6.5, item c)).

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 IEC 60269-1.

5.7.6 Influence of ambient air temperature

The time-current characteristics (see 5.7.5) refer to a stated value of ambient air temperature, and are based on no previous loading of the overload relay (viz. 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.

The overload relays shall be able to operate within the ambient air temperature range of 0 °C to +40 °C, and the manufacturer shall be prepared to state the effect of variation in ambient air temperature on the characteristics of overload relays.

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.

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 du courant de surcharge (5.3.5.1), et le cycle de service (5.3.4.6) 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 600 A pendant 6 s; un facteur de marche de 60 %; un cycle normalisé de manoeuvre par heure.

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);

Circuits de commande

- p) 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);

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 (5.3.4.6) 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.

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);

Control circuits

- p) 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);

Circuits auxiliaires

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

Relais et déclencheurs de surcharge

r) les caractéristiques selon 5.7.2, 5.7.5 et 5.7.6;

s) les caractéristiques selon 5.7.3 et 5.7.4.

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) de 6.1 doivent figurer sur la plaque signalétique ou sur le matériel ou dans les notices du constructeur.

Les indications c), l) et s) de 6.1 doivent, de préférence, être marquées sur le matériel.

Si le constructeur déclare un relais électronique de surcharge sans mémoire thermique, cela doit être marqué sur l'appareil.

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

Le Paragraphe 5.3 de la CEI 60947-1 s'applique avec le complément suivant.

Pour les produits répondant aux dispositions de la présente norme, les points spécifiques suivants doivent être considérés:

- dans l'éventualité d'un court-circuit;
- dans le cas d'appareils de connexion des gradateurs à dérivation seulement pour une utilisation limitée (voir 8.2.1.9);
- dans l'éventualité d'un échauffement supérieur à 50 K de la surface du radiateur métallique de l'appareil.

Le constructeur d'un démarreur incorporant un relais de surcharge pourvu d'un dispositif permettant un redémarrage automatique doit fournir, avec le démarreur, toute information nécessaire pour avertir l'utilisateur de la possibilité d'un redémarrage automatique.

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

Le Paragraphe 6.1.1 de la CEI 60947-1 s'applique avec l'exception que toutes les références à –5 °C sont remplacées par 0 °C.

Auxiliary circuits

q) nature and ratings of auxiliary circuits (5.6);

Overload relays and releases

r) characteristics according to 5.7.2, 5.7.5 and 5.7.6;

s) characteristics according to 5.7.3 and 5.7.4.

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) in 6.1 shall be included on the nameplate, or on the equipment, or in the manufacturer's published literature.

Data under items c), l) and s) in 6.1 shall preferably be marked on the equipment.

If the manufacturer declares an electronic overload relay without thermal memory, this shall be marked on the device.

6.3 Instructions for installation, operation, and maintenance

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

For products complying with this standard, the following are specific items to be considered:

- in the event of a short-circuit;
- in case of switching devices in bypassed controllers suitable only for restricted use (see 8.2.1.9);
- in the event of temperature rise above 50 K of the metallic radiator surface of the device.

The manufacturer of a starter incorporating an overload relay with a means allowing an automatic restart shall provide, with the starter, any necessary information to alert the user to the possibility of an automatic restart.

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

Subclause 6.1.1 of IEC 60947-1 applies with the exception that all references to –5 °C are replaced by 0 °C.

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.

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 de 8.1).

8.1.3 Distances d'isolement et lignes de fuite

Le Paragraphe 7.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique avec la note suivante.

NOTE La nature même d'un semiconducteur le rend inadapté à une utilisation à des fins d'isolement.

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 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 with the following note.

NOTE The nature of a semiconductor makes it unsuitable for use for isolation purposes.

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.

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.

8.1.4 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 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 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

8.2.1.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à détection de courant

8.2.1.5.1 Relais et déclencheurs des démarreurs

8.2.1.5.1.1 Limites de fonctionnement des relais de surcharge temporisés quand tous leurs pôles sont chargés

8.2.1.5.1.1.1 Exigences générales de déclenchement des relais de surcharge

NOTE 1 La protection thermique des moteurs en présence d'harmoniques dans la tension d'alimentation est à l'étude.

Les relais doivent satisfaire aux exigences du Tableau 20 lorsqu'ils sont essayés comme suit:

- a) 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 20. 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;

- b) 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;

- c) pour les relais de surcharge de classes 2, 3, 5 et 10A chargés 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 9.3.3 de la CEI 60034-1;

NOTE 2 Le Paragraphe 9.3.3 de la CEI 60034-1 indique: «Les moteurs polyphasés dont la puissance assignée est inférieure ou égale à 315 kW et dont la tension assignée est inférieure ou égale à 1 kV doivent être capables de supporter un courant égal à 1,5 fois le courant assigné pendant au moins 2 min.».

- d) pour les relais de surcharge de classes 10, 20, 30 et 40 chargés à C fois leur courant de réglage, le déclenchement doit se produire en moins de 4, 8, 12 ou 16 min respectivement, à partir de l'équilibre thermique, au courant de réglage;

- e) à D fois le courant de réglage, le déclenchement doit se produire dans les limites fixées au Tableau 19, pour la classe de déclenchement et la bande de tolérance appropriées, à partir de l'état froid.

Dans le cas de relais de surcharge ayant un domaine de courants 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.

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 Limits of operation of current sensing relays and releases

8.2.1.5.1 Relays and releases in starters

8.2.1.5.1.1 Limits of operation of time-delay overload relays when all poles are energized

8.2.1.5.1.1.1 General tripping requirements of overload relays

NOTE 1 The thermal protection of motors in the presence of harmonics in the supply voltage is under consideration.

The relays shall comply with the requirements of Table 20 when tested as follows:

- a) with the overload relay or starter in its enclosure, if normally fitted, and at A times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h starting from the cold state, at the value of reference ambient air temperature stated in Table 20. However, when the overload relay terminals have reached thermal equilibrium at the test current in less than 2 h, the test duration can be the time needed to reach such thermal equilibrium;
- b) when the current is subsequently raised to B times the current setting, tripping shall occur in less than 2 h;
- c) for class 2, 3, 5 and 10A overload relays energized at C times the current setting, tripping shall occur in less than 2 min starting from thermal equilibrium, at the current setting, in accordance with 9.3.3 of IEC 60034-1;

NOTE 2 Subclause 9.3.3 of IEC 60034-1 states: "Polyphase motors having rated outputs not exceeding 315 kW and rated voltages not exceeding 1 kV shall be capable of withstanding a current equal to 1,5 times the rated current for not less than 2 min."
- d) for class 10, 20, 30 and 40 overload relays energized at C times the current setting, tripping shall occur in less than 4, 8, 12 or 16 min respectively, starting from thermal equilibrium, at the current setting;
- e) at D times the current setting, tripping shall occur within the limits given in Table 19 for the appropriate trip class and tolerance band, starting from the cold state.

In the case of overload relays having a current setting range, the limits of operation shall apply when the relay is carrying the current associated with the maximum setting and also when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

Pour les relais de surcharge non compensés, la caractéristique multiple courant/température ambiante ne doit pas dépasser 1,2%/K.

NOTE 3 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 du Tableau 20 à +20 °C et s'il se trouve dans les limites du Tableau 20 à d'autres températures.

Tableau 20 – Limites de fonctionnement des relais temporisés de surcharge chargés sur tous leurs pôles

Type du relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage				Valeurs de température de l'air ambiant
	A	B	C	D	
Type thermique non compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,0	1,2	1,5	7,2	0 °C, +20 °C et +40 °C
Type thermique compensé pour les variations de température de l'air ambiant	1,05	1,3	1,5	–	0 °C
	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C
	1,0	1,2	1,5	–	+40 °C
Type électronique	1,05	1,2	1,5	7,2	0 °C, +20 °C et +40 °C

8.2.1.5.1.1.2 Essai de vérification de la mémoire thermique

A moins que le constructeur ait spécifié que l'appareil ne comporte pas de mémoire thermique, les relais électroniques de surcharge doivent satisfaire aux exigences suivantes (voir Figure 3):

- appliquer un courant égal à I_e jusqu'à ce que l'appareil ait atteint l'équilibre thermique;
- interrompre le courant pendant une période de $2 \times T_p$ (voir Tableau 19) avec une tolérance relative de $\pm 10 \%$ (où T_p est le temps mesuré au courant D selon le Tableau 20);
- appliquer un courant égal à $7,2 \times I_e$;
- le relais doit déclencher dans les 50 % du temps T_p .

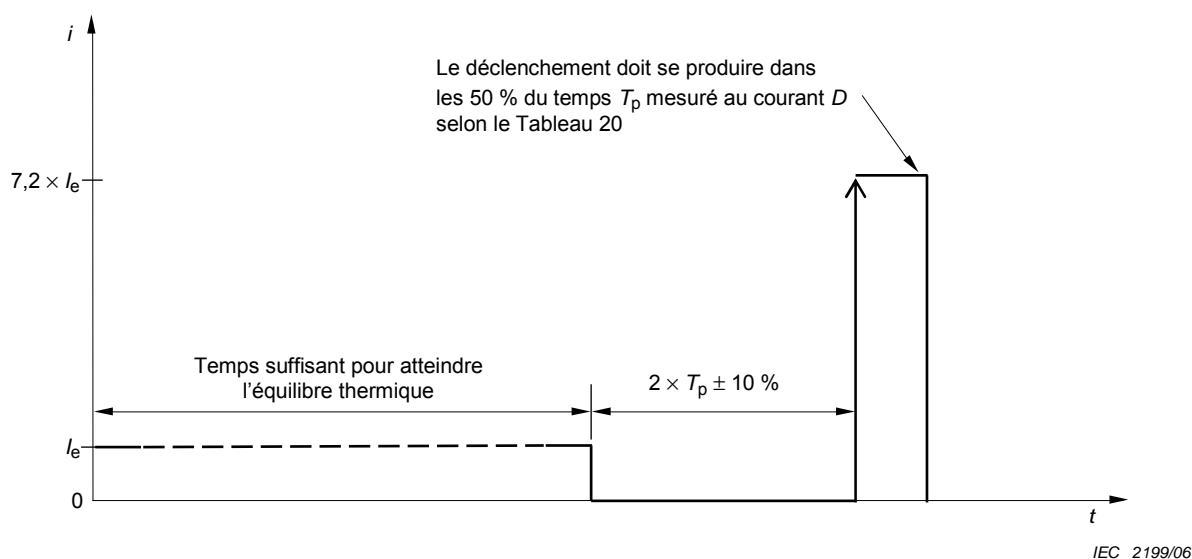


Figure 3 – Essai de la mémoire thermique

For non-compensated overload relays, the current multiple/ambient temperature characteristic shall not be greater than 1,2%/K.

NOTE 3 1,2%/K is the derating characteristic of PVC-insulated conductors.

An overload relay is regarded as compensated if it complies with the relevant requirements of Table 20 at +20 °C and is within the limits shown in Table 20 at other temperatures.

Table 20 – Limits of operation of time-delay overload relays when energized on all poles

Type of overload relay	Multiples of current setting				Ambient air temperature values
	A	B	C	D	
Thermal type not compensated for ambient air temperature variations	1,0	1,2	1,5	7,2	0 °C, +20 °C and +40 °C
Thermal type compensated for ambient air temperature variations	1,05	1,3	1,5	–	0 °C
	1,05	1,2	1,5	7,2	+20 °C
	1,0	1,2	1,5	–	+40 °C
Electronic type	1,05	1,2	1,5	7,2	0 °C, +20 °C and +40 °C

8.2.1.5.1.1.2 Thermal memory test verification

Unless the manufacturer has specified that the device does not contain thermal memory, electronic overload relays shall fulfil the following requirements (see Figure 3):

- apply a current equal to I_e until the device has reached the thermal equilibrium;
- interrupt the current for a duration of $2 \times T_p$ (see Table 19) with a relative tolerance of $\pm 10 \%$ (where T_p is the time measured at the D current according to Table 20);
- apply a current equal to $7,2 \times I_e$;
- the relay shall trip within 50 % of the time T_p .

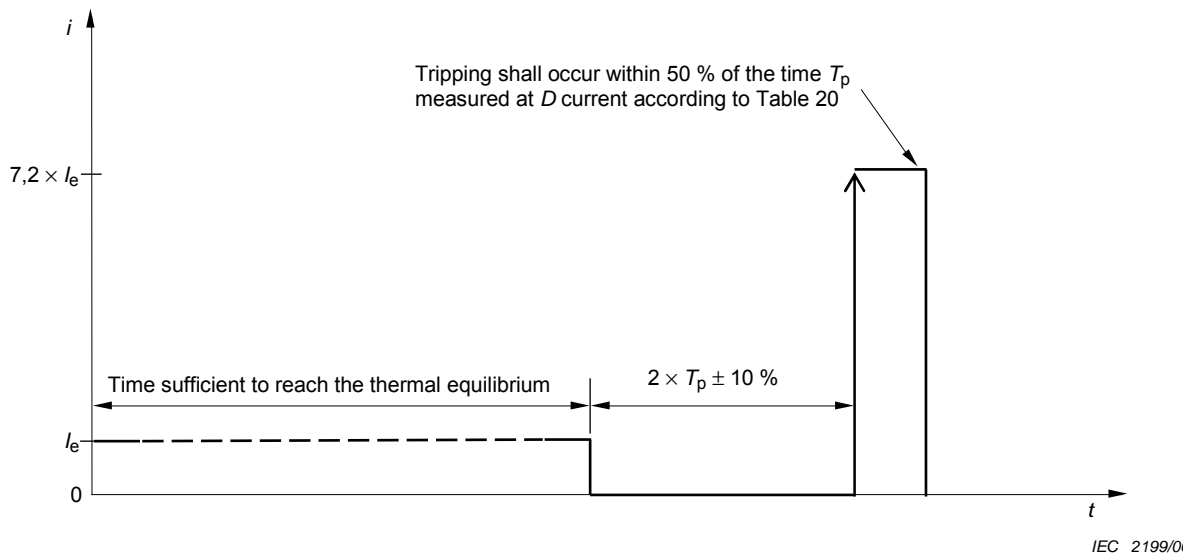


Figure 3 – Thermal memory test

8.2.1.5.1.2 Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles

En se reportant au Tableau 21:

Le relais de surcharge ou le démarreur doit être essayé dans son enveloppe s'il en est normalement équipé. Le relais étant chargé sur trois pôles, à A fois le courant de réglage, le déclenchement ne doit pas se produire en moins de 2 h à partir de l'état froid, à la valeur de la température de l'air ambiant précisée au Tableau 21.

En outre, lorsque la valeur du courant passant dans deux pôles (ceux qui sont parcourus par le courant le plus élevé dans le cas des relais sensibles à une perte de phase) est portée à B fois la valeur du courant de réglage et que le troisième pôle est mis hors circuit, le déclenchement doit se produire en moins de 2 h.

Ces valeurs doivent s'appliquer à toutes les combinaisons des pôles.

Dans le cas des relais de surcharge ayant un courant de réglage ajustable, les caractéristiques 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.

Tableau 21 – Limites de fonctionnement des relais de surcharge tripolaires temporisés chargés sur deux pôles seulement

Type du relais de surcharge	Multiples de la valeur du courant de réglage		Température de référence de l'air ambiant
	A	B	
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,32 1 pôle 0	+20 °C
Thermique, non compensé pour les variations de température de l'air ambiant Insensible à une perte de phase	3 pôles 1,0	2 pôles 1,25 1 pôle 0	+40 °C
Thermique, compensé pour les variations de température de l'air ambiant ou électronique Sensible à une perte de phase	2 pôles 1,0 1 pôle 0,9	2 pôles 1,15 1 pôle 0	+20 °C

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.

8.2.1.5.3 Limites de fonctionnement des relais à minimum de courant

Un relais ou un déclencheur à minimum de courant doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 90 % et 110 % de la valeur de réglage du temps lorsque le courant pendant le fonctionnement est inférieur à 0,9 fois le réglage du minimum de courant dans tous les pôles.

8.2.1.5.1.2 Limits of operation of three-pole time-delay overload relays energized on two poles

With reference to Table 21:

The overload relay or starter shall be tested in its enclosure if normally fitted. With the relay energized on three poles, at A times the current setting, tripping shall not occur in less than 2 h, starting from the cold state, at the value of the ambient air temperature stated in Table 21.

Moreover, when the value of the current flowing in two poles (in phase loss sensitive relays, those carrying the higher current) is increased to B times the current setting, and the third pole de-energized, tripping shall occur in less than 2 h.

The values shall apply to all combinations of poles.

In the case of overload relays having an adjustable current setting, the characteristics shall apply both when the relay is carrying the current associated with the maximum setting and when the relay is carrying the current associated with the minimum setting.

Table 21 – Limits of operation of three-pole time-delay overload relays when energized on two poles only

Type of overload relay	Multiples of current setting		Reference ambient air temperature
	A	B	
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,32 1 pole 0	+20 °C
Thermal, not compensated for ambient air temperature variations Not phase loss sensitive	3 poles 1,0	2 poles 1,25 1 pole 0	+40 °C
Thermal, compensated for ambient air temperature variations or electronic Phase loss sensitive	2 poles 1,0 1 pole 0,9	2 poles 1,15 1 pole 0	+20 °C

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 $X(I_e)^2 \times T_x$.

8.2.1.5.3 Limits of operation of under-current relays

An under-current relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 90 % to 110 % of the set time when the current during operation is below 0,9 times the under-current setting in all poles.

8.2.1.5.4 Limites de fonctionnement des relais de calage

Un relais de calage doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de calage) ou dans la précision spécifiée par le constructeur, lorsque:

- a) relais de détection de courant: le courant est de 20 % supérieur à la valeur de réglage du courant de calage;

EXEMPLE: Courant de réglage du relais de calage: 100 A; temps de réglage: 6 s; précision sur le réglage du temps: $\pm 10\%$. Le relais doit déclencher entre 5,4 s et 6,6 s lorsque le courant est égal ou supérieur à $100\text{ A} \times 1,2 = 120\text{ A}$.

- b) relais de détection de rotation: un signal d'entrée indique qu'aucune rotation du moteur n'existe.

8.2.1.5.5 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs de blocage

Un relais ou un déclencheur de blocage doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans un intervalle de temps compris entre 80 % et 120 % de la valeur de réglage du temps (temps d'inhibition de blocage) ou dans la précision spécifiée par le constructeur, lorsque le courant est supérieur à 1,2 fois la valeur du courant de réglage du relais de blocage, pendant le fonctionnement après l'achèvement du démarrage.

8.2.1.6 Composants des gradateurs à dérivation ayant subi des essais de type

8.2.1.6.1 Des appareils de connexion qui satisfont aux prescriptions de leur propre norme de produit doivent être considérés comme des appareils ayant partiellement subi des essais de type et sont soumis aux prescriptions complémentaires suivantes:

- a) les échauffements des appareils mécaniques de connexion doivent satisfaire à 8.2.2;
- b) les pouvoirs de fermeture et de coupure des appareils mécaniques de connexion doivent satisfaire à 8.2.4.2;
- c) les dispositifs de connexion à semiconducteurs doivent satisfaire à 8.2.4.1 pour la catégorie d'emploi AC-53b.

8.2.1.6.2 Dans le but d'établir les prescriptions des gradateurs à dérivation, les appareils de connexion qui satisfont à toutes les prescriptions de 8.2.1.6.1 doivent, avant d'être installés, être identifiés comme des composants ayant subi des essais de type pouvant être utilisés sans restriction dans un gradateur à dérivation (voir annexe J).

8.2.1.7 Composants dépendants dans les gradateurs à dérivation

Dans le but d'établir les prescriptions pour les gradateurs à dérivation, les appareils de connexion qui ne satisfont pas à toutes les prescriptions de 8.2.1.6.1 doivent, avant d'être installés, être identifiés comme des composants dépendants et ne pouvant être utilisés dans un gradateur à dérivation que sous certaines restrictions (voir annexe J).

8.2.1.8 Utilisation sans restriction des appareils de connexion dans des gradateurs à dérivation

Lorsqu'à la fois l'appareil mécanique de connexion et l'appareil de connexion à semiconducteurs sont identifiés comme des appareils ayant subis des essais de type, ils doivent être mis en œuvre et connectés pour répondre aux valeurs assignées, au service assigné et à l'utilisation prévue par le constructeur. Il ne doit pas y avoir d'autres restrictions.

8.2.1.5.4 Limits of operation of stall relays

A stall relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 80 % to 120 % of the set time (stall inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, when:

- a) current sensing relays: the current is 20 % higher than the set stall current value;

EXAMPLE: Set current of the stall relay: 100 A; set time: 6 s; time setting accuracy: $\pm 10\%$. The relay shall trip within 5,4 s and 6,6 s when the current is equal to or greater than $100\text{ A} \times 1,2 = 120\text{ A}$.

- b) rotation sensing relays: an input signal indicating no motor rotation exists.

8.2.1.5.5 Limits of operation of jam relays and releases

A jam relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 80 % to 120 % of the set time (jam inhibit time) or within the accuracy specified by the manufacturer, when the current is above 1,2 times the set current value of the jam relay, during running after completion of the starting.

8.2.1.6 Type tested components in bypassed controllers

8.2.1.6.1 Switching devices which meet the requirements of their own relevant product standard shall be considered as partially type tested devices subject to the following additional requirements:

- a) the temperature rises of mechanical switching devices shall comply with 8.2.2;
- b) the making and breaking capacity of mechanical switching devices shall comply with 8.2.4.2;
- c) semiconductor switching devices shall comply with 8.2.4.1 for utilization category AC-53b.

8.2.1.6.2 For the purpose of setting requirements for bypassed controllers, switching devices which meet all of the requirements of 8.2.1.6.1, before they are installed, shall be identified as type tested components suitable for unrestricted use in a bypassed controller (see annex J).

8.2.1.7 Dependent components in bypassed controllers

For the purpose of setting requirements for bypassed controllers, switching devices which do not meet all of the requirements of 8.2.1.6.1, before they are installed, shall be identified as dependent components suitable only for restricted use in a bypassed controller (see annex J).

8.2.1.8 Unrestricted use of switching devices in bypassed controllers

When both the mechanical switching device and the semiconductor switching device are identified as type tested components, these devices shall be arranged and connected to comply with the assigned rating, duty and the end use intended by the manufacturer. There shall be no further restrictions.

8.2.1.9 Utilisation limitée des appareils de connexion dans les gradateurs à dérivation

Lorsque soit l'un soit les deux appareils de connexion sont identifiés comme des composants dépendants, les appareils de connexion doivent satisfaire à ce qui suit:

- a) les appareils de connexion doivent être combinés, avoir leurs caractéristiques assignées et être essayés comme pour un ensemble;
- b) les appareils de connexion doivent être interverrouillés par n'importe quelle combinaison de moyens électrique, électronique et mécanique, de telle manière que les contacts mécaniques de connexion ne doivent pas être sollicités pour établir ou couper des courants de surcharge sans l'intervention directe de l'appareil de connexion à semiconducteurs;
- c) l'appareil de connexion à semiconducteurs doit pouvoir prendre le contrôle de la commande du courant traversant le circuit principal chaque fois qu'il est nécessaire d'établir ou de couper des courants de surcharge.

8.2.2 Echauffement

Le Paragraphe 7.2.2 de la CEI 60947-1 s'applique avec les compléments suivants.

Des écarts d'échauffement sur la surface du radiateur métallique des appareils à semiconducteurs sont autorisés: 50 K dans le cas où ils n'ont pas besoin d'être touchés pendant le fonctionnement normal.

Si la limite de 50 K est dépassée, l'installateur est responsable du choix de la protection et de l'emplacement pour prévenir les dangers. Le constructeur doit fournir un avertissement approprié (par exemple le symbole IEC 60417-5041) conformément à 6.3.

8.2.2.1 Bornes

Le paragraphe 7.2.2.1 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.2 Parties accessibles

Le paragraphe 7.2.2.2 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.3 Température de l'air ambiant

Le paragraphe 7.2.2.3 de la CEI 60947-1 est applicable.

8.2.2.4 Circuit principal

8.2.2.4.1 Généralités

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 le courant I_e 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).

8.2.1.9 Restricted use of switching devices in bypassed controllers

When either one or both switching devices are identified as dependent components, the switching devices shall comply with the following:

- a) the switching devices shall be combined, rated and tested as a unit;
- b) the switching devices shall be interlocked, by any combination of electrical, electronic and mechanical means, such that the mechanical switching contacts shall not be required to make or break overload currents without direct intervention by the semiconductor switching device;
- c) the semiconductor switching device shall be enabled to take over the control of the current flowing in the main circuit whenever it is necessary to make or break overload currents.

8.2.2 Temperature rise

Subclause 7.2.2 of IEC 60947-1 applies with the following additions.

Temperature rise deviations on the metallic radiator surface of semiconductor devices are permitted: 50 K in the case where they need not be touched during normal operation.

If the limit of 50 K is exceeded, guarding and location to prevent danger is the responsibility of the installer. The manufacturer shall provide a suitable warning (e.g. symbol IEC 60417-5041) in accordance with 6.3.

8.2.2.1 Terminal

Subclause 7.2.2.1 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.2 Accessible parts

Subclause 7.2.2.2 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.3 Ambient air temperature

Subclause 7.2.2.3 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.4 Main circuit

8.2.2.4.1 General

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 the current I_e 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).

8.2.2.4.2 Appareil mécanique de connexion en série des gradateurs hybrides

Pour les gradateurs hybrides, l'échauffement des composants en série dans le circuit principal doit être vérifié selon les procédures données en 9.3.3.3.4 et 9.3.3.6.1 (voir tableau 11).

8.2.2.4.3 Appareils mécaniques de connexion en parallèle des gradateurs à dérivation

- a) Les appareils identifiés comme des composants ayant subi des essais de type (voir 8.2.1.6) doivent pouvoir supporter le courant I_e sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées en 7.2.2.1 de la CEI 60947-1.
- b) Pour les appareils identifiés comme des composants dépendants (voir 8.2.1.7), l'échauffement doit être vérifié selon les procédures données en 9.3.3.3.4 et 9.3.3.6.1 (y compris le tableau 5 et le tableau 11). L'appareil doit être essayé comme une partie intégrante de l'ensemble où les périodes en charge prescrites pour les deux appareils de connexion (tableau 5) doivent être déterminées par une séquence de manœuvres qui est la même que celle prévue en service normal.

8.2.2.4.4 Appareils de commutation à semiconducteurs connectés dans le circuit principal

L'échauffement des appareils de commutation à semiconducteurs connectés dans le circuit principal doit être vérifié selon les procédures données en 9.3.3.3.4 et en 9.3.3.6.1 (essai de stabilité thermique).

8.2.2.5 Circuits de commande

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

8.2.2.6 Enroulements des bobines et des électro-aimants

8.2.2.6.1 Enroulements pour service ininterrompu et service de 8 h

Le circuit de dérivation étant parcouru par un courant égal à la valeur maximale du courant, les enroulements des bobines, y compris celles des électrovalves des contacteurs ou des démarreurs électropneumatiques, doivent supporter en régime continu et à la fréquence assignée, s'il y a lieu, la tension assignée maximale d'alimentation de commande sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au tableau 17 de la présente norme et au paragraphe 7.2.2.2 de la CEI 60947-1.

NOTE Les limites d'échauffement données au Tableau 17 de la présente norme et au Paragraphe 7.2.2.2 de la CEI 60947-1 sont applicables seulement si la température de l'air ambiant reste dans les limites de 0 °C à +40 °C.

8.2.2.6.2 Enroulements pour service intermittent

Le circuit de dérivation n'étant parcouru par aucun courant, les enroulements des bobines doivent supporter à la fréquence assignée, s'il y a lieu, leur tension assignée maximale d'alimentation de commande comme indiqué au tableau 18, suivant leur classe de service intermittent, sans que les échauffements dépassent les limites spécifiées au tableau 17 de la présente norme et au paragraphe 7.2.2.2 de la CEI 60947-1.

NOTE Les limites d'échauffement données au Tableau 17 de la présente norme et au Paragraphe 7.2.2.2 de la CEI 60947-1 sont applicables seulement si la température de l'air ambiant reste dans les limites de 0 °C à +40 °C.

8.2.2.6.3 Enroulements spéciaux (pour service temporaire ou périodique)

Les enroulements spéciaux doivent être essayés dans les conditions de fonctionnement correspondant au service le plus sévère auquel ils sont destinés, et leurs caractéristiques assignées doivent être précisées par le constructeur.

NOTE Les enroulements spéciaux peuvent être des bobines de démarreurs qui ne sont sous tension que durant la période de démarrage, des bobines de déclenchement de contacteurs à accrochage et des bobines d'électrovalves destinées au verrouillage de contacteurs ou de démarreurs pneumatiques.

8.2.2.4.2 Series mechanical switching devices for hybrid controllers

For hybrid controllers, the temperature rise of the components in series with the main circuit shall be verified by the procedures given in 9.3.3.3.4 and 9.3.3.6.1 (see table 11).

8.2.2.4.3 Parallel mechanical switching devices for bypassed controllers

- a) Devices identified as type tested components (see 8.2.1.6) shall be capable of carrying the current I_e without the temperature rises exceeding the limits specified in 7.2.2.1 of IEC 60947-1.
- b) For devices identified as dependent components (see 8.2.1.7), the temperature rise shall be verified by the procedures given in 9.3.3.3.4 and 9.3.3.6.1 (including table 5 and table 11). The device shall be tested as an integral part of a unit where the prescribed on-load periods for the two switching devices (table 5) shall be determined by a sequence of operations which is the same as intended in normal service.

8.2.2.4.4 Semiconductor devices connected in the main circuit

The temperature rise of the semiconductor devices connected in the main circuit shall be verified by the procedures given in 9.3.3.3.4 and 9.3.3.6.1 (thermal stability test).

8.2.2.5 Control circuits

Subclause 7.2.2.5 of IEC 60947-1 applies.

8.2.2.6 Windings of coils and electromagnets

8.2.2.6.1 Uninterrupted and 8 h duty windings

With the maximum value of current flowing through the bypass circuit, the windings of the coils, including those of electrically operated valves of electropneumatic contactors or starters, shall withstand under continuous load and at rated frequency, if applicable, their maximum rated control supply voltage without the temperature rise exceeding the limits specified in table 17 of this standard and 7.2.2.2 of IEC 60947-1.

NOTE The temperature rise limits given in Table 17 of this standard and in 7.2.2.2 of IEC 60947-1 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits of 0 °C to +40 °C.

8.2.2.6.2 Intermittent duty windings

With no current flowing through the bypass circuit, the windings of the coils shall withstand, at the rated frequency if applicable, their maximum rated control supply voltage applied as detailed in table 18 according to their intermittent duty class, without the temperature rise exceeding the limits specified in table 17 of this standard and 7.2.2.2 of IEC 60947-1.

NOTE The temperature rise limits given in Table 17 of this standard and in 7.2.2.2 of IEC 60947-1 are applicable only if the ambient air temperature remains within the limits of 0 °C to +40 °C.

8.2.2.6.3 Specially rated (temporary or periodic duty) windings

Specially rated windings shall be tested under operating conditions corresponding to the most severe duty for which they are intended and their ratings shall be stated by the manufacturer.

NOTE Specially rated windings may include coils of starters which are energized during the starting period only, trip coils of latched contactors and certain magnetic valve coils for inter-locking pneumatic contactors or starters.

Tableau 17 – Limites d'échauffement pour les bobines isolées dans l'air et dans l'huile

Classe des matières isolantes (selon CEI 60085)	Limites d'échauffement (mesuré par la méthode de variation de la résistance)	
	K	
	Bobines dans l'air	Bobines dans l'huile
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	–
H	160	–

Tableau 18 – Données pour les cycles d'essai de service intermittent

Classe de service intermittent		Un cycle de manœuvre de fermeture-ouverture toutes les	Durée de maintien de l'alimentation de la bobine de commande
Contacteurs	Démarrateurs		
1	1	3 600 s	Le temps de passage du courant doit normalement correspondre au facteur de marche spécifié par le constructeur
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.7 Circuits auxiliaires

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

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.

Table 17 – Temperature rise limits for insulated coils in air and in oil

Class of insulating material (according to IEC 60085)	Temperature rise limit (measured by resistance variation) K	
	Coils in air	Coils in oil
A	85	60
E	100	60
B	110	60
F	135	–
H	160	–

Table 18 – Intermittent duty test cycle data

Intermittent duty class		One close-open operating cycle every	Interval of time during which the supply to the control coil is maintained
Contactors	Starters		
1	1	3 600 s	On time should correspond to the on-load factor specified by the manufacturer
3	3	1 200 s	
12	12	300 s	
30	30	120 s	
120		30 s	
300		12 s	
1 200		3 s	

8.2.2.7 Auxiliary circuits

Subclause 7.2.2.7 of IEC 60947-1 applies.

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.

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.

8.2.3.4 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.

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 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.

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 à l'état chaud, déclaré par le constructeur.

Les gradateurs ou démarreurs prévus pour les catégories d'emploi AC-52b, AC-53b, AC-58b peuvent être prévus pour des utilisations pour lesquelles de longues durées d'accélération sont nécessaires. Il faut admettre que la capacité thermique maximale du gradateur puisse être complètement atteinte pendant la durée en charge. 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).

Dans les tableaux 5 et 6, les cycles de service pour les catégories d'emploi AC-52a, AC-53a, AC-58a ($F-S = 60-1$), et la durée de blocage pour les catégories d'emploi AC-52b, AC-53b, AC-58b (durée de blocage = 1 440 s), sont les exigences les moins sévères pour un démarrage par heure. Le constructeur peut déclarer un service plus sévère, auquel cas il doit effectuer un essai dans les conditions de service les plus sévères selon le tableau 3. Si une caractéristique assignée a été attribuée après essais à un gradateur pour un service plus sévère que le service normal, le constructeur peut, sans autre essai, attribuer la même caractéristique assignée pour le service normal.

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 passant (s) = 36 F/S

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.

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 in hot state declared by the manufacturer.

Controllers and starters that are designated for utilization categories AC-52b, AC-53b and AC-58b may be designated for those applications where long accelerating times are required. It must be understood that the maximum thermal capacity of the controller may be depleted fully during the on-load period. Therefore, a suitable off-load period (for example by 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).

In tables 5 and 6, the duty cycle for utilization categories AC-52a, AC-53a, AC-58a ($F-S = 60-1$), and the off-time for utilization categories AC-52b, AC-53b, AC-58b (off-time = 1 440 s), are the least severe requirements for one start per hour. The manufacturer may claim compliance with a more severe duty, in which case he shall conduct a test for the most severe duty in accordance with table 3. If a controller has already been tested and rated for a duty that is more severe than the standard duty, the manufacturer may assign the same rating for standard duty without further testing.

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

$$\text{ON-time (seconds)} = 36 F/S$$

$$\text{OFF-time (seconds)} = 36 (100-F)/S$$

For utilization categories AC-52b, AC-53b, AC-58b, the manufacturer may claim compliance with the capability to perform starting duty operations with OFF-times that are less than the 1 440 s that are allowed as standard. However, this shall be verified by testing with the OFF-time declared by the manufacturer.

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.

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 19)

	Durée minimale T_x de tenue au courant de surcharge						
	s						
	$X = 8$	$X = 7$	$X = 6$	$X = 5$	$X = 4$	$X = 3$	$X = 2$
5 ^a	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	1,7	6,1
10A ^a	1,6	2	3	4	6	12	26
10 ^a	3	4	6	8	13	23	52
20 ^a	5	6	9	12	19	35	78
30 ^a	7	9	13	19	29	52	112
^a 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 .							
NOTE Les valeurs de T_x pour les classes de déclenchement selon la bande E sont à l'étude.							

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

Catégorie d'emploi	Variante de gradateur ⁵⁾	Courant d'essai (I_T)				Cycle de fonctionnement Durée à l'état bloqué s
		Durée à l'état passant du cycle de fonctionnement				
		Essai niveau 1 ¹⁾		Essai niveau 2 ¹⁾		
		I_T	Durée à l'état passant ²⁾	I_T	Durée à l'état passant ²⁾	
AC-52a	1, H1	XI_e	T_x	I_e	$2160-T_x$	$\leq 1\ 440$
AC-53a	2, H2	$0,75\ I_{LRP}$				
AC-58a	3, H3	I_{LRP}				
AC-52b	1, H1	XI_e	T_x	Zéro ³⁾	Zéro ³⁾	$\leq 1\ 440$
AC-53b	2, H2	$0,75\ I_{LRP}$				
AC-58b	3, H3	I_{LRP}				

Paramètres du circuit d'essai:

I_e = courant assigné de fonctionnement

I_T = courant d'essai

U_T = tension d'essai (peut prendre n'importe quelle valeur)

Cos φ = facteur de puissance du circuit d'essai (peut prendre n'importe quelle valeur)

Nombre de cycles de fonctionnement⁴⁾

1) Le temps de commutation du niveau 1 au niveau 2 ne doit pas être supérieur à trois périodes pleines de la fréquence industrielle.

2) Pour un démarreur ou un gradateur destiné à être utilisé seulement avec un relais de surcharge spécifié, T_x est remplacé par la durée maximale de fonctionnement permise par les tolérances de son relais de surcharge, à l'état chaud.

3) Le niveau 2 n'est pas applicable à AC-52b, AC-53b, AC-58b parce que c'est une durée hors charge.

4) Le nombre de cycles de manœuvre dépend de la durée nécessaire pour que le gradateur atteigne l'équilibre thermique.

5) Pour les gradateurs à dérivation, se référer à 8.2.2.4.3 et 8.2.2.4.4.

Table 4 – Minimum overload current withstand time (T_x) in relation to overload current ratio (X) and corresponding to overload relay trip class (see Table 19)

	Minimum overload current withstand time, T_x						
	s						
	$X = 8$	$X = 7$	$X = 6$	$X = 5$	$X = 4$	$X = 3$	$X = 2$
5 ^a	0,4	0,5	0,7	1,0	1,5	1,7	6,1
10A ^a	1,6	2	3	4	6	12	26
10 ^a	3	4	6	8	13	23	52
20 ^a	5	6	9	12	19	35	78
30 ^a	7	9	13	19	29	52	112
^a 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 .							
NOTE T_x values for tripping classes according to band E are under consideration.							

Table 5 – Minimum requirements for thermal stability test conditions¹⁾

Utilization category	Form of controller ⁵⁾	Test current (I_T)				Operating cycle OFF-time s
		Operating cycle ON-time				
		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	$2160-T_x$	$\leq 1\,440$
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 φ = test circuit power factor (may be any value)						
Number of operating cycles ⁴⁾						
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 and AC-58b because this is an off-load period.						
4) The number of operating cycles will depend upon the length of time required for the controller to reach thermal equilibrium.						
5) For bypassed controllers refer to 8.2.2.4.3 and 8.2.2.4.4.						

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 manœuvres ⁴⁾ s	Durée à l'état bloqué du cycle de manœuvres ⁴⁾ s	Nombre de cycles de manœuvres
	I_{LRP} / I_e	$U_r / U_e^{1)}$	$\cos \varphi^{2)}$			
AC-52a AC-52b	4	1,05	0,65	$T_x^{3)}$	$\leq 1\ 440$	3
AC-53a AC-53b	8		5)			
AC-58a AC-58b	6		5)			

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

Conditions de température:

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 (voir 9.3.3.3). Pendant l'essai, la température ambiante de l'air doit être comprise entre +10 °C et +40 °C.

1) $U_r / U_e = 1,05$ pour les trois dernières périodes complètes de la fréquence industrielle à l'état passant, plus la première seconde à l'état bloqué (durée sous la pleine tension). U_r / U_e peut avoir n'importe quelle valeur en dehors de la durée sous pleine tension (durée sous tension réduite).

2) Les caractéristiques du circuit ($\cos \varphi$ et valeur du courant maximal possible) sont obligatoires pendant la durée sous la pleine tension. Pendant la durée sous tension réduite, les caractéristiques du circuit ne sont pas obligatoires pourvu que le circuit de charge permette un courant supérieur à $X \times I_e$.

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 (voir 9.3.3.3).

4) Le temps de commutation ne doit pas être supérieur à trois périodes complètes de la fréquence industrielle.

5) Pour $I_e \leq 100$ A: $\cos \varphi = 0,45$, pour $I_e > 100$ A: $\cos \varphi = 0,35$.

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

Catégorie d'emploi	Paramètres d'essai pour le moteur				Charge mécanique externe: paramètres
	K	U / U_e	Puissance	$\cos \varphi$	
AC-52a AC-52b	≥ 4	1)	1)	1)	1)
AC-53a AC-53b					
AC-58a AC-58b					
K rapport du courant rotor bloqué au courant assigné de pleine charge du moteur. Pendant l'essai, le moteur et l'air ambiant peuvent être à toute température comprise entre +10 °C et +40 °C.					
1) Les caractéristiques de la charge d'essai constituée par un moteur à induction sont spécifiées en 8.2.4.3.					

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	1,05	0,65	T_x ³⁾	≤1 440	3
AC-53a AC-53b	8		⁵⁾			
AC-58a AC-58b	6		⁵⁾			
<p>I_{LRP} prospective locked rotor current</p> <p>I_e rated operational current</p> <p>U_e rated operational voltage</p> <p>U_r power frequency recovery voltage</p> <p><i>Temperature conditions:</i></p> <p>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 (see 9.3.3.3). During the test, the ambient air temperature shall be between +10 °C and +40 °C.</p>						
<p>1) $U_r / U_e = 1,05$ for the last three full periods of power frequency of the ON-time, plus the first second of the OFF-time (full voltage period). U_r / U_e may be any value during the time when the full voltage period is not in effect (reduced voltage period).</p> <p>2) The characteristics of the circuit ($\cos \varphi$ and maximum possible current) are mandatory during the full voltage period. During the reduced voltage period, the characteristics of the circuit are not mandatory provided the load circuit permits a current higher than $X \times I_e$.</p> <p>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).</p> <p>4) Changeover time shall not be greater than three full periods of the power frequency.</p> <p>5) For $I_e \leq 100$ A: $\cos \varphi = 0,45$, for $I_e > 100$ A: $\cos \varphi = 0,35$.</p>						

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

Utilization category	Test motor parameters				External mechanical load parameters
	K	U / U_e	Power	$\cos \varphi$	
AC-52a AC-52b	≥ 4	1)	1)	1)	1)
AC-53a AC-53b					
AC-58a AC-58b					
K ratio of locked rotor current to rated full load current of the test motor. During the test, the motor and the ambient air may be at any temperature between +10 °C and +40 °C.					
1) The characteristics of the induction motor test load are specified in 8.2.4.3.					

8.2.4.2 Pouvoirs de fermeture et de coupure des appareils dans le circuit principal

8.2.4.2.1 Généralités

Le gradateur ou démarreur, y compris les déclencheurs de surintensité et les appareils mécaniques de connexion qui lui sont associés, doivent pouvoir fonctionner sans défaillance en présence d'un courant correspondant à un moteur à rotor bloqué (courant de démarrage et courant de surcharge).

L'aptitude à établir et couper des courants sans défaillance doit être vérifiée dans les conditions spécifiées à la fois au tableau 8 et au tableau 9, pour les catégories d'emploi et le nombre de cycles de manœuvres indiqués.

8.2.4.2.2 Appareils mécaniques de connexion en série des gradateurs hybrides

Les appareils mécaniques de connexion en série dans le circuit principal des gradateurs et démarreurs doivent satisfaire aux prescriptions de leurs propres normes de produits, et aux prescriptions complémentaires de 8.2.4.2 lorsqu'ils sont essayés comme un appareil seul.

Pour les gradateurs et démarreurs hybrides à dérivation (voir figure 1), l'appareil mécanique de connexion en série peut avoir une caractéristique assignée de service qui est alignée avec la caractéristique assignée de service intermittent (par exemple AC-53b) du gradateur à semiconducteurs.

Les pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés selon les procédures décrites en 9.3.3.5.1 et 9.3.3.5.2.

8.2.4.2.3 Appareils mécaniques de connexion en dérivation, ayant subi des essais de type, des gradateurs à dérivation

Les pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés lorsqu'ils sont essayés comme un appareil seul selon les procédures décrites en 9.3.3.5.1 et 9.3.3.5.3.

8.2.4.2.4 Appareils mécaniques de connexion en parallèle, dépendants, des gradateurs à dérivation

Les pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés lorsqu'ils sont essayés comme un appareil combiné selon les procédures décrites en 9.3.3.5.1 et 9.3.3.5.4.

8.2.4.2.5 Appareils de connexion à semiconducteurs

L'aptitude à commander les courants de surcharge doit être vérifiée selon les procédures décrites en 9.3.3.6.2 et 9.3.3.6.3.

8.2.4.3 Prescriptions pour une charge d'essai constituée d'un moteur à induction

Le moteur à induction doit être un moteur à cage d'écureuil à quatre pôles ayant les caractéristiques suivantes:

- la tension assignée du moteur doit être égale ou supérieure à U_e de l'appareil à essayer;
- lorsque le moteur est en marche, le courant d'essai qui traverse le moteur et le gradateur peut avoir n'importe quelle valeur supérieure à 1 A;
- le facteur de puissance du moteur peut avoir n'importe quelle valeur;
- les connexions internes du bobinage du moteur peuvent avoir n'importe quelle configuration (par exemple étoile, triangle);
- 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.

8.2.4.2 Making and breaking capacities for devices in the main circuit

8.2.4.2.1 General

The controller or starter, including the over-current releases and the mechanical switching devices associated with it, shall be capable of operating without failure in the presence of locked rotor motor current (starting current and overload current).

The capability of making and breaking currents without failure, shall be verified under the conditions stated in both table 8 and table 9, for the required utilization categories, and the number of operations indicated.

8.2.4.2.2 Series mechanical switching devices of hybrid controllers

The series mechanical switching devices in the main circuit of controllers and starters shall meet the requirements of their own product standards, and the additional requirements of 8.2.4.2 when tested as a stand-alone device.

For bypassed hybrid controllers and starters (see figure 1), the series mechanical switching device may be designated with a duty rating that is aligned with the intermittent duty rating (e.g. AC-53b) of the semiconductor controller.

The making and breaking capacity shall be verified by the procedures of 9.3.3.5.1 and 9.3.3.5.2.

8.2.4.2.3 Type tested, parallel mechanical switching devices of bypassed controllers

The making and breaking capacity shall be verified when tested as a stand-alone device in accordance with the procedures of 9.3.3.5.1 and 9.3.3.5.3.

8.2.4.2.4 Dependent, parallel mechanical switching devices of bypassed controllers

The making and breaking capacity shall be verified when tested as a combined unit in accordance with the procedures of 9.3.3.5.1 and 9.3.3.5.4.

8.2.4.2.5 Semiconductor switching devices

The capability to control overload currents shall be verified by the procedures of 9.3.3.6.2 and 9.3.3.6.3.

8.2.4.3 Requirements for an induction motor test load

The induction motor test load shall feature a four-pole squirrel cage motor with the following characteristics:

- a) the rated voltage of the motor shall be equal to or greater than U_e for the device to be tested;
- b) when the motor is running, the test current through the motor and the controller may be any value greater than 1 A;
- c) the power factor of the motor may be of any value;
- d) the inner connections of the motor windings may be of any configuration (e.g. star, delta);
- e) 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 to 4 s.

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 et pour certaines variantes de gradateurs à dérivation

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 manoeuvres
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 = courant établi et coupé, exprimé en courant alternatif, valeur efficace symétrique				Courant I_c A		Durée à l'état bloqué s
I_e = courant assigné d'emploi				$I_c \leq 100$		10
U_e = tension assignée d'emploi				$100 < I_c \leq 200$		20
U_r = tension de rétablissement à fréquence industrielle				$200 < I_c \leq 300$		30
				$300 < I_c \leq 400$		40
				$400 < I_c \leq 600$		60
				$600 < I_c \leq 800$		80
1) Pour $I_e \leq 100$ A: Cos φ = 0,45 Pour $I_e > 100$ A: Cos φ = 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

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 et pour certaines variantes de gradateurs à dérivation

Catégorie d'emploi	Conditions d'établissement et de coupure					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$	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.						

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 and for certain forms of bypassed controllers

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	Cos φ	ON-time s	OFF-time s	Number of operating cycles
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 and for certain forms of bypassed controllers

Utilization category	Make and break conditions					
	I_c/I_e	U_r/U_e	$\cos \varphi$	ON-time s	OFF-time s	Number of operating cycles
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 Coordination au courant d'intersection entre le démarreur et le DPCC

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

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.

Etant donné le caractère particulier d'un gradateur à semiconducteurs, la raison technique pour les exigences des essais des émissions rayonnées est donnée à l'Annexe D.

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 Co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD

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

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.

Because of the special nature of a semiconductor controller, a technical rationale for the requirements of radiated emission testing is given in Annex D.

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.

NOTE Il est de la responsabilité de l'installateur (qui peut être également le constructeur des gradateurs ou démarreurs) de s'assurer que les systèmes contenant des gradateurs ou démarreurs satisfont à toutes les exigences applicables aux systèmes.

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.

a) Matériel de classe A

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.

b) Matériel de classe B

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.

NOTE It is the responsibility of the installer (who may also be the manufacturer of controllers and starters) to ensure that systems containing controllers or starters comply with any requirements applicable at the systems level.

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.

a) Class A equipment

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.

b) Class B equipment

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 caractéristique 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 (1,2/50µs-8/20µs)

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

Le Paragraphe 8.1.3 de la CEI 60947-1 s'applique 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

Subclause 8.1.3 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

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 8.1.4 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 II A 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 capabilité.

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

Les essais spéciaux pour les gradateurs et les démarreurs comprennent:

- vérification de la coordination au courant d'intersection entre le démarreur et le DPCC (voir Annexe B).

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

Sampling tests for controllers and starters comprise:

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

Subclause 8.1.4 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

Special tests for controllers and starters comprise:

- verification of co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD (see Annex B).

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.

9.3.3.3.3 Echauffement d'un organe

Le paragraphe 8.3.3.3.3 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 Temperature rise of a part

Subclause 8.3.3.3.3 of IEC 60947-1 applies.

9.3.3.3.4 Echauffement du circuit principal

Pour les appareils de commutation à semiconducteurs connectés dans le circuit principal (voir 8.2.2.4), les dispositifs de mesure de la température doivent être fixés sur la surface extérieure du boîtier du dispositif de commutation à semiconducteurs susceptible d'avoir l'échauffement le plus élevé pendant cet essai. La température finale du boîtier, Cf, et la température ambiante finale, Af, doivent être enregistrées pour être utilisées pendant l'essai de 9.3.3.6.2.

Pour les appareils mécaniques de connexion (voir 8.2.2.4.2 et 8.2.2.4.4), les dispositifs de mesure de la température doivent être fixés selon les prescriptions de 8.3.3.3 de la CEI 60947-1.

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 bobines et des électro-aimants

Le paragraphe 8.3.3.3.6 de la CEI 60947-1 est applicable avec le complément suivant:

Les électro-aimants des contacteurs ou démarreurs destinés à fonctionner dans des gradateurs à semiconducteurs ou comme appareil mécanique de connexion de dérivation doivent satisfaire à 8.2.2.6 avec le courant assigné traversant le circuit principal pour la durée de l'essai. L'échauffement doit être mesuré durant l'essai de 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.7 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.

9.3.3.3.4 Temperature rise of the main circuit

For semiconductor switching devices connected in the main circuit (see 8.2.2.4), temperature sensing means shall be attached to the outer surface of the case of the 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.

For mechanical switching devices (see 8.2.2.4.2 and 8.2.2.4.4), temperature sensing means shall be attached in accordance with the requirements of 8.3.3.3 of IEC 60947-1.

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 coils and electromagnets

Subclause 8.3.3.3.6 of IEC 60947-1 applies with the following addition:

Electromagnets of contactors or starters intended for duty within semiconductor controllers or for mechanical bypass switching means shall comply with 8.2.2.6 with rated current flowing through the main circuit for the duration of the test. The temperature rise shall be measured during the test of 9.3.3.3.4.

9.3.3.3.7 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 Pouvoir de fermeture et pouvoir de coupure des appareils mécaniques de connexion**9.3.3.5.1 Généralités**

On doit vérifier que les appareils mécaniques de connexion satisfont aux prescriptions de 8.2.4.2.

Si l'appareil mécanique de connexion n'a pas satisfait aux essais précédents, il doit satisfaire aux paragraphes de 8.2.4.2. Les pouvoirs de fermeture et de coupure doivent être vérifiés selon 8.3.3.5 de la CEI 60947-1.

9.3.3.5.2 Appareils mécaniques de connexion en série des gradateurs hybrides

- a) L'appareil concerné peut être essayé comme un composant séparé, ou
- b) le gradateur hybride complet peut être essayé avec les appareils concernés installés comme en service normal et avec les composants à semiconducteurs court-circuités sur chaque pôle.

9.3.3.5.3 Appareils mécaniques de connexion en dérivation, ayant subi des essais de type, des gradateurs à dérivation

L'appareil concerné doit être essayé comme un composant séparé.

9.3.3.5.4 Appareils mécaniques de connexion en dérivation, dépendants, des gradateurs à dérivation

L'ensemble complet, avec le dispositif de dérivation installé, doit être essayé comme en service normal. Pour simuler le démarrage et l'arrêt, la séquence de fonctionnement doit être la même qu'en service normal.

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.

9.3.3.5 Making and breaking capacity of mechanical switching devices

9.3.3.5.1 General

It shall be verified that mechanical switching devices meet the requirements of 8.2.4.2.

If the mechanical switching device has not passed previous tests, compliance with the following subclauses of 8.2.4.2 is required. The making and breaking capacity shall be verified in accordance with 8.3.3.5 of IEC 60947-1.

9.3.3.5.2 Series mechanical switching devices of hybrid controllers

- a) The subject device may be tested as a separate component, or
- b) the complete hybrid controller may be tested with the subject devices installed as in normal service and with the semiconductor components of each pole shorted out.

9.3.3.5.3 Type tested, parallel mechanical switching devices of bypassed controllers

The subject device shall be tested as a separate device.

9.3.3.5.4 Dependent, parallel mechanical switching devices of bypassed controllers

The complete unit with bypass installed shall be tested as in normal service. The operational sequence, to simulate starting and stopping, shall be the same as in normal service.

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.

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. Vérifier que l'échauffement des bornes accessibles de l'appareil mécanique de connexion dans le circuit principal ne dépasse pas les limites prescrites au tableau 2 de la CEI 60947-1.	
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) c) L'échauffement des bornes accessibles de l'appareil mécanique de connexion dans le circuit principal ne doit pas dépasser les limites prescrites au tableau 2 de la CEI 60947-1. d) Lorsque les bornes ne sont pas accessibles, les limites du tableau 2 de la CEI 60947-1 peuvent être dépassées à condition que les parties adjacentes ne soient pas endommagées.	
1) Matériel en essai.		

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 .

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. To verify that the temperature rise of the accessible terminals of the mechanical switching device in the main circuit does not exceed the limit prescribed by table 2 of IEC 60947-1.	
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 (8.3.3.3.1 of 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) c) The temperature rise of the accessible terminals of the mechanical switching device in the main circuit shall not exceed the limit prescribed by table 2 of IEC 60947-1. d) When the terminals are not accessible, the values of table 2 of IEC 60947-1 may be exceeded provided that adjacent parts are not impaired.	
1) Equipment under test.		

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 .

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

NOTE L'intervalle de temps de T_x commence à l'instant où le courant d'essai atteint la valeur $X \times I_e$. Par conséquent le temps nécessaire au courant d'essai pour atteindre $X \times I_e$ augmente le temps d'essai total.

- 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 que la durée totale de l'essai est inférieure à 8 h et que les résultats à obtenir a), b), c) et d) du tableau 11) sont respectés, arrêter l'essai. L'essai est conforme.

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.

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

NOTE The time span of T_x commences at the instant when the test current reaches the value $X \times I_e$. Therefore, the time for the test current ramp to reach $X \times I_e$ increases the total test time.

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 a), b), c) and d) of table 11 are not violated, end test. This is successful compliance.

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) 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 d'essai initial I_{init} , 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_{init} 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.

- 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_{init} , 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_{init} 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.

Copyright International Electrotechnical Commission

**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 du courant en valeur efficace vraie doivent être connectés entre les bornes du moteur et les bornes côté charge sur chaque pôle de l'EUT. Les moyens doivent être capables de mesurer des courants de l'ordre des milliampères.	
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) a) a1) ou a2) doit être satisfait a1) $I_O < 1 \text{ mA}$ et $I_F < 1 \text{ mA}$ a2) si $I_O > 1 \text{ mA}$ ou $I_F > 1 \text{ mA}$, alors: – $\Delta I < 1$ pour chaque pôle où $\Delta I = (I_F - I_O) / I_O$ et – I_O et I_F doivent être dans les limites indiquées dans les caractéristiques du semiconducteur. 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 doit être monté et connecté comme en utilisation normale avec des longueurs de câble entre l'EUT et la charge d'essai non supérieures à 10 m.
- 2) Les dispositifs de mesure du courant doivent être installés de façon appropriée pour l'enregistrement des valeurs du courant de fuite à travers le gradateur au cours des étapes 3) et 7).

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. current measuring means shall be connected between the motor terminals and the load side terminals on each pole of the EUT. The means shall be capable of measuring currents in the range of milliamperes.
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) a1) or a2) shall be fulfilled a1) $I_O < 1$ mA and $I_F < 1$ mA a2) if $I_O > 1$ mA or $I_F > 1$ mA, then: – $\Delta I < 1$ for each pole where $\Delta I = (I_F - I_O) / I_O$ and – I_O and I_F shall be within the limits given in the datasheet for the semiconductor. 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 shall be mounted and connected as in normal use with cable length between the EUT and test load not greater than 10 m.
- 2) The current measuring means shall be installed in a manner that is appropriate for recording the values of the leakage current through the controller in steps 3) and 7).

Si d'autres circuits auxiliaires ou appareils sont connectés en parallèle avec les éléments à semiconducteurs, des précautions doivent être prises pour éviter la mesure de courants parallèles; seul le courant de fuite des éléments à semiconducteurs doit être mesuré et les moyens pour obtenir ces mesures doivent être installés en conséquence.

- 3) Avec les tensions U_e et U_s appliquées à l'EUT, et la tension de commande U_c coupée, mesurer le courant à travers chaque pôle de l'EUT et enregistrer ces mesures comme valeurs initiales I_0 .

Le circuit d'essai doit rester fermé depuis le début de l'étape 4) jusqu'à l'achèvement de l'étape 7). Les dispositifs de mesure du courant peuvent être court-circuités par des dispositifs commandés à distance durant les étapes 5) et 6), mais ils ne doivent pas être retirés en ouvrant le circuit.

- 4) Pour commencer l'essai, les tensions U_e et U_s (comme spécifié au tableau 13) sont appliquées à l'EUT et maintenues pour la durée de l'essai jusqu'à l'achèvement de l'étape 7).
- 5) 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.
- 6) Après le nombre de cycles de manœuvres requis, couper U_c en maintenant U_e et U_s appliquées. Permettre à l'EUT de retourner à la température ambiante initiale.
- 7) Répéter la procédure de mesure du courant de l'étape 3) et enregistrer comme mesures finales, I_F , correspondant aux valeurs initiales, I_0 .
- 8) Déterminer les valeurs concernant les courants de fuite à travers chaque pôle tel que spécifié au point a) du Tableau 13.

Pour obtenir la conformité, les critères indiqués aux points a), b) et c) du Tableau 13 doivent être satisfaits.

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.

If other auxiliary circuits or devices are connected in parallel with the semiconductor elements, care shall be taken in order to avoid measuring the parallel currents; only the leakage current of the semiconductor elements shall be measured and the means for obtaining those measures shall be installed accordingly.

- 3) With the voltages U_e and U_s applied to the EUT, and with the control voltage U_c OFF, measure the current through each pole of the EUT and record these measurements as a set of initial data points, I_0 .

The test circuit shall remain closed from the start of step 4) through the completion of step 7). The current measuring means may be shorted by remote control means during steps 5) and 6), but it may not be removed by opening the circuit.

- 4) To start the test, the voltages U_e and U_s (as specified in table 13) are applied to the EUT and maintained for the duration of the test through the completion of step 7).
- 5) 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 is discontinued, and considered a failure.
- 6) After the required number of operating cycles, turn U_c to OFF with U_e and U_s remaining ON. Allow the EUT to return to the initial ambient temperature.
- 7) Repeat the current measurement procedure of step 3) and record as a set of final data points, I_F , corresponding to the set of initial data points, I_0 .
- 8) Determine the values regarding the leakage currents through each pole as specified under item a) of Table 13.

To obtain successful compliance, the criteria given under item a), b) and c) of Table 13 shall be fulfilled.

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.

9.3.3.6.5 Relais et déclencheurs**a) Relais et déclencheurs à minimum de tension**

Disponible.

b) Déclencheurs à bobine en dérivation

Disponible.

c) Relais thermiques de surcharge et relais électroniques de surcharge

Les relais de surcharge et les démarreurs doivent être raccordés avec des conducteurs conformes aux Tableaux 9, 10 et 11 de la CEI 60947-1 pour des courants d'essai correspondant à:

- 100 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais de surcharge de classes de déclenchement 2, 3, 5 et 10 A pour tous les types de relais de surcharge (voir Tableau 19) et 10, 20, 30 et 40 pour les types de relais électroniques de surcharge;
- 125 % du courant de réglage du relais de surcharge pour les relais thermiques de surcharge de classes de déclenchement 10, 20, 30 et 40 (voir Tableau 19) et pour les relais de surcharge pour lesquels une durée de déclenchement maximale supérieure à 40 s est spécifiée (voir 5.7.3).

Il doit être vérifié que les relais et les déclencheurs fonctionnent conformément aux exigences de 8.2.1.5.1.1 avec tous les pôles chargés.

En outre, les caractéristiques définies en 8.2.1.5.1.1 doivent être vérifiées par des essais à 0 °C, +20 °C, +40 °C et peuvent être vérifiées aux températures maximale et minimale indiquées par le constructeur si celles-ci sont plus étendues. Cependant, pour les relais ou déclencheurs déclarés compensés pour la température ambiante, dans le cas d'un domaine de température déclaré par le constructeur plus étendu que celui donné à la Figure 4, il n'est pas nécessaire de vérifier les caractéristiques à 0 °C et/ou +40 °C dans le cas où elles ont été vérifiées aux températures minimale et maximale déclarées et que les valeurs correspondantes de courant de déclenchement sont à l'intérieur des limites spécifiées dans cette figure pour 0 °C et/ou +40 °C.

Pour les relais électroniques de surcharge, l'essai de vérification de la mémoire thermique de 8.2.1.5.1.1.2 doit être effectué à +20 °C.

Les relais thermiques ou électroniques de surcharge tripolaires chargés sur deux pôles seulement doivent être essayés comme indiqué en 8.2.1.5.1.2 sur toutes les combinaisons de pôles et, dans le cas des relais à courant de réglage ajustable, aux valeurs maximale et minimale du courant de réglage.

d) Relais à minimum de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.3.

e) Relais de calage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.4.

Pour les relais de calage à détection de courant, la vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal (quatre réglages).

Pour les relais de calage fonctionnant en conjonction avec un dispositif de détection de rotation, la vérification doit être effectuée pour les temps d'inhibition de calage minimal et maximal. Le capteur peut être simulé par un signal approprié sur l'entrée capteur du relais de calage.

f) Relais de blocage

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à 8.2.1.5.5.

La vérification doit être effectuée pour les valeurs minimale et maximale du courant de réglage et pour les temps d'inhibition de blocage minimal et maximal (quatre réglages).

9.3.3.6.5 Relays and releases

a) Operation of under-voltage relays and releases

Vacant.

b) Shunt-coil operated releases

Vacant.

c) Thermal and electronic overload relays

Overload relays and starters shall be connected using conductors in accordance with Tables 9, 10 and 11 of IEC 60947-1 for test currents corresponding to:

- 100 % of the current setting of the overload relay for overload relays of trip classes 2, 3, 5 and 10 A for all overload relay types (see Table 19) and 10, 20, 30 and 40 for electronic overload relay types;
- 125 % of the current setting of the overload relay for thermal overload relays of trip classes 10, 20, 30 and 40 (see Table 19) and for overload relays for which a maximum tripping time greater than 40 s is specified (see 5.7.3).

It shall be verified that relays and releases operate according to the requirements of 8.2.1.5.1.1 with all poles energized.

Moreover, the characteristics defined in 8.2.1.5.1.1 shall be verified by tests at 0 °C, +20 °C, +40 °C and may be verified at minimum and maximum temperatures given by the manufacturer if larger. However, for relays or releases declared compensated for ambient temperature, in case of temperature range declared by the manufacturer larger than those given in Figure 4, the characteristics at 0 °C and/or +40 °C need not be verified if, when tested at the declared minimum and maximum temperatures, the corresponding tripping current values are in compliance with the limits specified for 0 °C and/or +40 °C in that figure.

For electronic overload relays, the thermal memory test verification of 8.2.1.5.1.1.2 shall be carried out at +20 °C.

Three-pole thermal or electronic overload relays energized on two poles only shall be tested as stated in 8.2.1.5.1.2 on all combinations of poles and at the maximum and minimum current settings for relays with adjustable settings.

d) Under-current relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.3.

e) Stall relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.4.

For current sensing stall relays, the verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum stall inhibit time (four settings).

For stall relays operating in conjunction with a rotation sensing mean, the verification shall be made for the minimum and maximum stall inhibit time. The sensor can be simulated by an appropriate signal on the sensor input of the stall relay.

f) Jam relays

The limits of operation shall be verified in accordance with 8.2.1.5.5.

The verification shall be made for the minimum and for the maximum set current values and for the minimum and maximum jam inhibit time (four settings).

Pour chacun des quatre réglages, l'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:

- appliquer un courant d'essai égal à 95 % de la valeur du courant de réglage. Le relais de blocage ne doit pas déclencher;
- augmenter le courant d'essai à 120 % de la valeur du courant de réglage. Le relais de blocage doit déclencher conformément aux exigences indiquées en 8.2.1.5.5.

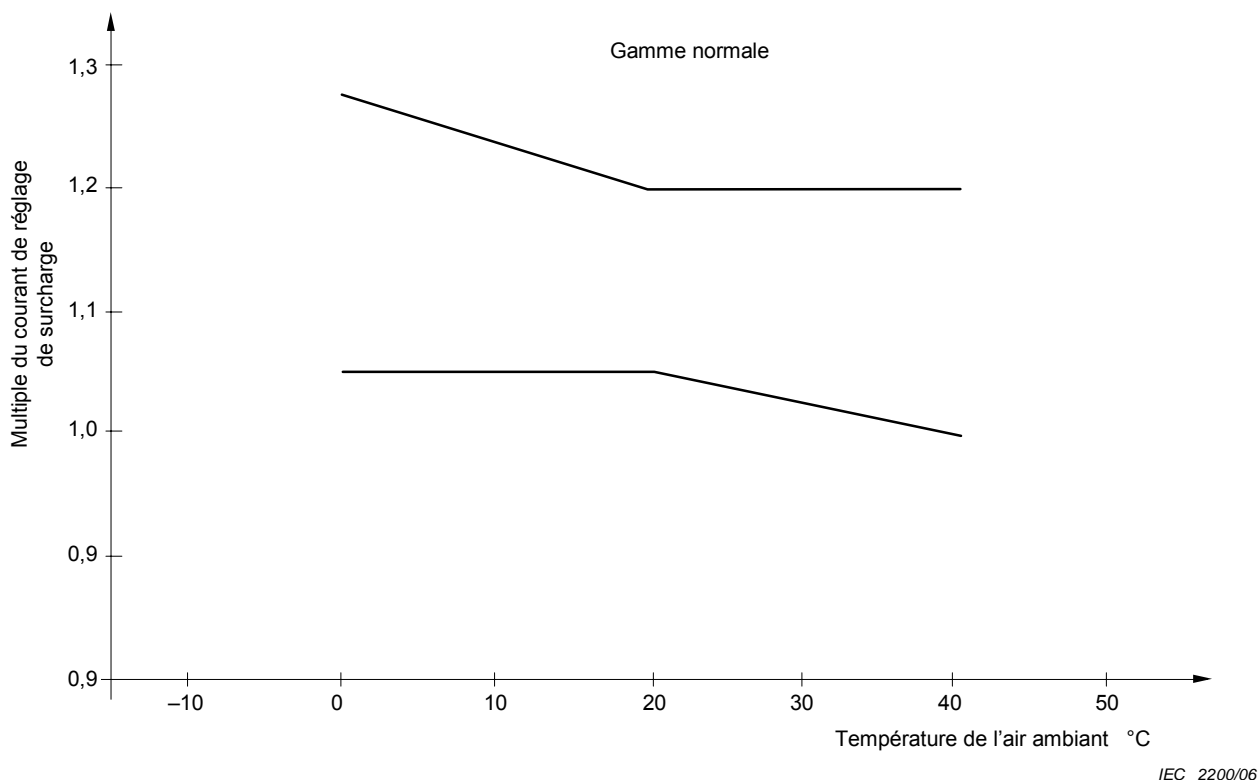


Figure 4 – Limites des multiples de la valeur du courant de réglage des relais de surcharge temporisés compensés pour la température de l'air ambiant

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:

- manœuvre «O»: comme condition de pré-essai, le gradateur/démarrateur doit être maintenu à l'état passant à l'aide d'un moteur constituant une charge factice. Le courant de pré-essai peut être de n'importe quelle faible valeur, supérieure au courant minimal de charge (voir 3.1.11) du gradateur/démarrateur. Le courant de court-circuit est appliqué au gradateur/démarrateur par la fermeture de l'appareil de court-circuitage du moteur. Le DPCC doit couper le courant de court-circuit et le gradateur/démarrateur doit supporter le courant traversant;
- manœuvre «CO» pour les appareils à démarrage direct.

For each of the four settings, the test shall be made under the following conditions:

- apply a test current of 95 % of the set current value. The jam relay shall not trip;
- increase the test current to 120 % of the set current value. The jam relay shall trip according to the requirements given in 8.2.1.5.5.

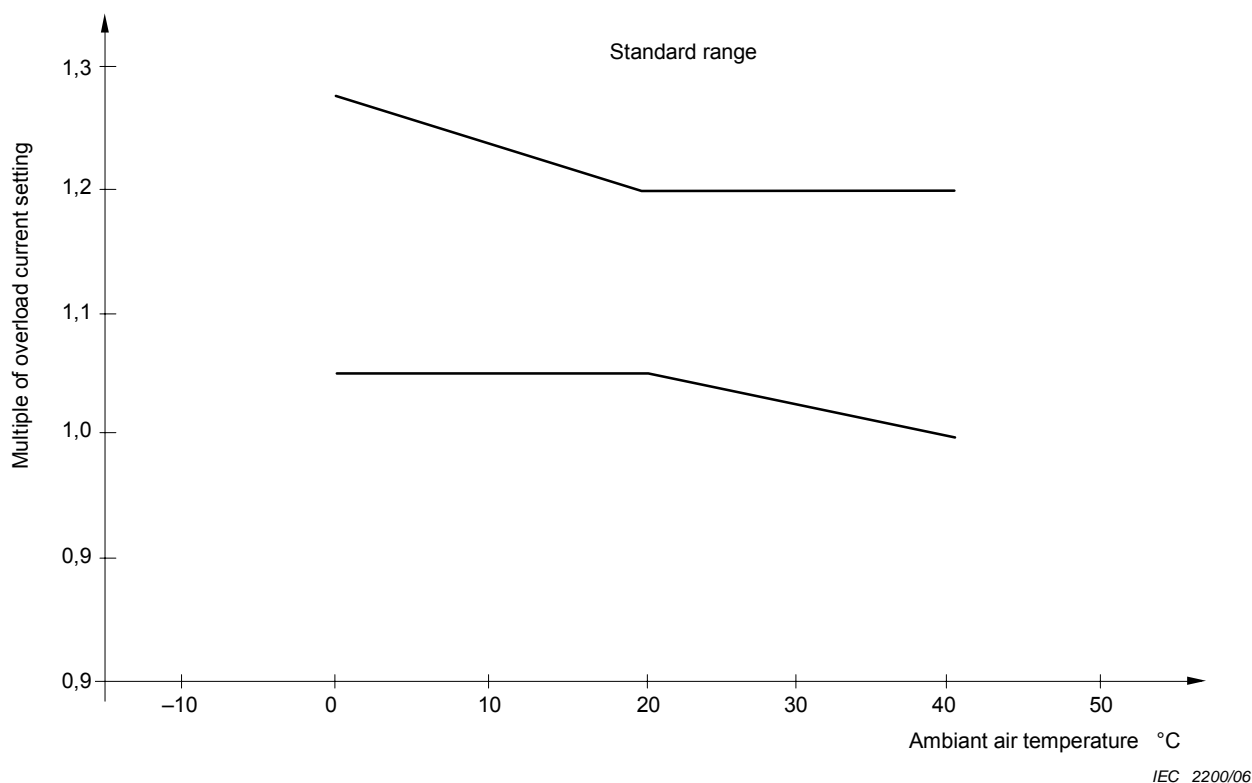


Figure 4 – Multiple of current setting limits for ambient air temperature compensated time-delay overload relays

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: as a pre-test condition, the controller/starter shall be sustained in the ON-state by a dummy motor load. The pre-test current may be held at any arbitrary low level of current that is greater than the minimum load current (see 3.1.11) of the controller/starter. The short-circuit current is applied to the controller/starter by closing the shorting switch. The SCPD shall interrupt the short-circuit current and the controller/starter shall withstand the let-through current;
- "CO" operation for direct on-line equipment.

La température initiale du boîtier ne doit pas être inférieure à 40 °C. Dans certains cas, il peut être impossible de préchauffer l'EUT et de maintenir la température initiale du boîtier sur un emplacement d'essai qui peut être pourvu uniquement de moyens d'essais de court-circuit. Dans de tels cas, le constructeur et l'utilisateur peuvent accepter d'essayer l'EUT à la température ambiante. Dans ce cas, la température la plus basse doit être enregistrée dans le rapport d'essai.

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 circuit d'essai de 8.3.4.1.2 de la CEI 60947-1 doit être modifié et câblé tel qu'indiqué à la figure I.1 de l'annexe I. Le moteur constituant une charge factice et l'appareil de court-circuitage du moteur doivent avoir les caractéristiques suivantes:

- a) la charge factice doit être un moteur à cage d'écureuil ayant les caractéristiques données en 8.2.4.3;
- b) l'appareil de court-circuitage du moteur (ne faisant pas partie de l'EUT) doit pouvoir établir et supporter le courant de court-circuit sans interférer dans le processus d'application du courant de court-circuit (par exemple rebonds ou autre ouverture intermittente des contacts).

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.

La chronologie pour la séquence d'essai est donnée à la figure I.2.

- a) L'essai débute avec l'appareil de court-circuitage du moteur en position ouverte (temps T0).
- b) La tension d'essai est alors appliquée et le moteur constituant la charge factice doit limiter le courant à une valeur au moins suffisante pour maintenir le gradateur à l'état passant (temps T1).
- c) A n'importe quel instant après que le courant traversant le gradateur se soit stabilisé, l'appareil de court-circuitage du moteur peut alors être fermé à un instant aléatoire établissant ainsi un courant de court-circuit dans l'EUT (temps T2); ce courant doit être coupé par le DPCC (temps T3).

Initial case temperature shall not be less than 40 °C. In some cases, it may be impossible to pre-heat the EUT and maintain the initial case temperature at a test site that is fitted for short-circuit testing only. In these cases, the manufacturer and user may agree to test the EUT at ambient temperature. If used, the lower temperature shall be recorded in the test report.

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

The test circuit of 8.3.4.1.2 of IEC 60947-1 shall be modified and wired as shown in figure I.1 of annex I. The dummy motor load and the shorting switch shall have the following characteristics:

- a) the dummy load shall be a squirrel cage motor with the characteristics that are given in 8.2.4.3;
- b) the shorting switch (not a part of the EUT) shall be capable of making and carrying the short-circuit current with no tendency to interfere with the process of applying the short-circuit current (e.g. bounce or other intermittent openings of the contacts).

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.

The time-line for the test sequence is shown in figure I.2.

- a) The test is started with the shorting switch in the open position (time T0).
- b) The test voltage is then applied and the dummy motor load shall limit the current to a level that is, at least, sufficient to maintain the controller in the ON-state (time T1).
- c) At any arbitrary time after the current through the controller has stabilized, the shorting switch may then be closed at random and thereby establish a short-circuit current path through the EUT (time T2) which shall be cleared by the SCPD (time T3).

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 Disponible

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.

Aucun autre essai n'est requis pour les gradateurs à dérivation avec composants indépendants.

Les gradateurs à dérivation ayant des composants dépendants doivent être soumis à deux essais séparés de court-circuit selon 9.3.4.

- a) Essai 1: L'essai est effectué avec les semiconducteurs en mode passant et avec les contacts de dérivation ouverts. Cela est destiné à simuler les conditions d'un court-circuit se produisant pendant le démarrage dans un mode qui est commandé par les semiconducteurs.
- b) Essai 2: L'essai est effectué avec les semiconducteurs en mode dérivés avec les contacts de dérivation fermés. Cela est destiné à simuler les conditions d'un court-circuit se produisant lorsque les semiconducteurs de l'EUT sont court-circuités.

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.

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 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.

La manœuvre O doit être effectuée avec l'échantillon à I_q .

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 Vacant

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.

No further testing is required for bypassed controllers with independent components.

Bypassed controllers having dependent components shall be submitted to two separate short-circuit tests in accordance with 9.3.4.

- a) Test 1: The test is conducted with the semiconductors in the conducting mode and with the bypass contacts open. This is intended to simulate short-circuit conditions occurring while starting in a mode that is controlled by the semiconductors.
- b) Test 2: The test is conducted with the semiconductors bypassed with the bypass contacts closed. This is intended to simulate short-circuit conditions occurring while the semiconductors of the EUT are bypassed.

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

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 carried out with the circuit-breaker adjusted to the maximum setting for type 1 co-ordination and to the maximum declared setting for type 2 co-ordination.

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 operation shall be performed with the sample at 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) Aucun dommage n'a été causé à un conducteur ou à une borne et aucun conducteur n'a été arraché de sa borne.
- d) Aucune craquelure ou cassure du socle isolant susceptible d'affecter le montage d'une partie active ne s'est produite.

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).

9.3.4.3.1 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:

- a) 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.
- b) 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.
- c) There is no damage to the conductors or terminals and the conductors have not been separated from the terminals.
- d) There is no cracking or breaking of an insulating base to the extent that the integrity of mounting of a live part is impaired.

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 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).

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.

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 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.

**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
Fréquence MHz				
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.

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.

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.

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 Décharges électrostatiques

Les gradateurs ou démarreurs doivent être essayés conformément aux méthodes de la CEI 61000-4-2. Les niveaux d'essai de décharge au 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 s. Les essais ne sont pas requis sur les bornes de puissance. Les décharges doivent être appliquées seulement aux points qui sont accessibles durant l'utilisation normale.

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 dB μ V (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.

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 de plus de 3 m, doivent être essayées 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 μ s-8/20 μ s)

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.

9.3.5.2.1 Electrostatic discharges

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. Discharges shall be applied only to points which are accessible during normal usage.

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 dB μ V (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 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 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.

Les bornes pour les circuits de commande ou auxiliaires, prévues pour la connexion de conducteurs de plus de 3 m, doivent être essayées à 2,0 kV entre phase et terre et 1,0 kV entre phases. Les essais ne sont pas applicables aux circuits protégés.

La vitesse de répétition doit être de 1 par minute, avec un nombre d'impulsions égal à cinq positives et cinq négatives.

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.			

9.3.6 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.

Terminals for control and auxiliary circuits intended for the connection of conductors which extend more than 3 m shall be tested at 2,0 kV line-to-earth and 1,0 kV line-to-line. Tests are not applicable to protected circuits.

The repetition rate shall be 1 per minute, with the number of pulses being five positive and five negative.

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 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 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 .

Des essais doivent être effectués pour vérifier l'étalonnage des relais. Pour les relais de surcharge temporisés, ce pourra être un seul essai avec la même charge sur tous les pôles, à un multiple du courant de réglage, afin de vérifier que la durée de déclenchement correspond (dans la limite des tolérances) aux courbes fournies par le constructeur. Pour les relais à minimum de courant, les relais de calage et les relais de blocage, les essais doivent être effectués afin de vérifier le fonctionnement correct de ces relais (voir 8.2.1.5.3, 8.2.1.5.4 et 8.2.1.5.5).

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).

9.3.6.2 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 shall be made to verify the calibration of relays. In the case of a time-delay overload relay, this may be a single test with all poles equally energized at a multiple of the current setting, to check that the tripping time conforms (within tolerances) to the curves supplied by the manufacturer. For under-current relays, stall relays and jam relays, tests shall be carried out to verify the proper operation of these relays (see 8.2.1.5.3, 8.2.1.5.4 and 8.2.1.5.5).

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.

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

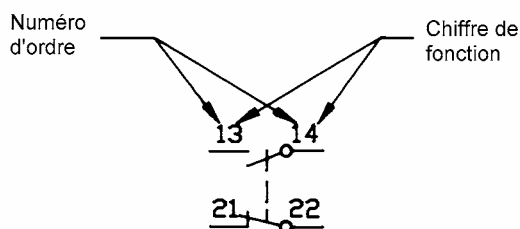
Under consideration.

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:

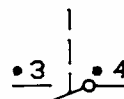


A.2.3.1 Chiffre de fonction

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.

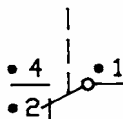
NOTE Les définitions des contacts de fermeture et des contacts d'ouverture sont données en 2.3.12 et 2.3.13 de la CEI 60947-1.

Exemples:



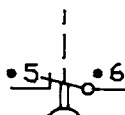
NOTE Dans les exemples ci-dessus, les points prennent la place des numéros d'ordre, qui doivent normalement être ajoutés suivant le cas.

Les bornes des circuits comprenant des éléments de contact à deux directions doivent être marquées par les chiffres de fonction 1, 2 et 4.

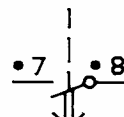


Les chiffres de fonction 5 et 6 (pour les contacts à ouverture) et 7 et 8 (pour les contacts à fermeture) sont attribués aux bornes des circuits auxiliaires comprenant des contacts auxiliaires ayant des fonctions spéciales.

Exemples:



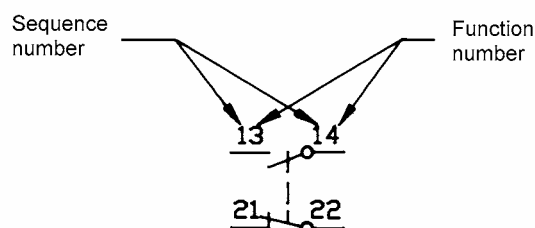
Contact à ouverture
retardé à l'ouverture



Contact à fermeture
retardé à la fermeture

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:

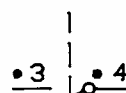
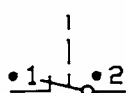


A.2.3.1 Function number

Function numbers 1, 2 are allocated to circuits with break contacts and function numbers 3, 4 to circuits with make contacts.

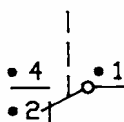
NOTE The definitions for make contacts and break contacts are given in 2.3.12 and 2.3.13 of IEC 60947-1.

Examples:



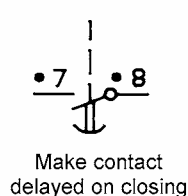
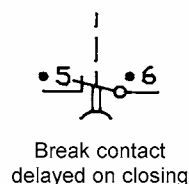
NOTE The dots in the above examples take the place of the sequence numbers, which should be added appropriately to the application.

The terminals of circuits with change-over contact elements shall be marked by the function numbers 1, 2 and 4.



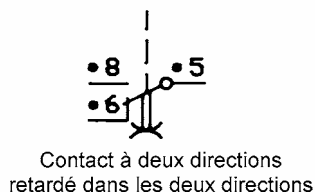
Function numbers 5 and 6 (for break contacts) and 7 and 8 (for make contacts) are allocated to terminals of auxiliary circuits containing auxiliary contacts with special functions.

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:



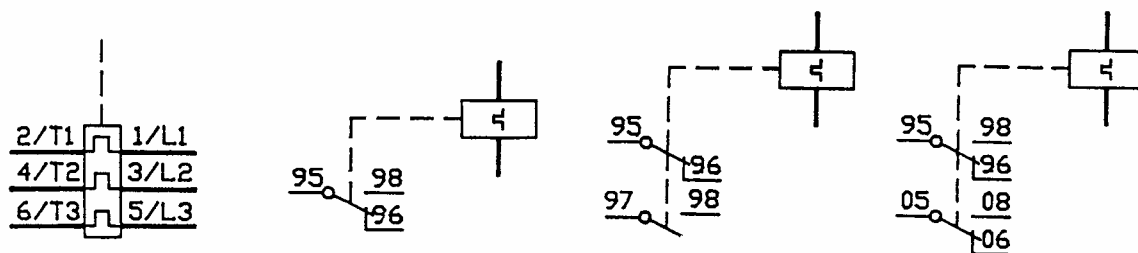
A.3 Marquage et identification des bornes des relais de surcharge

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).

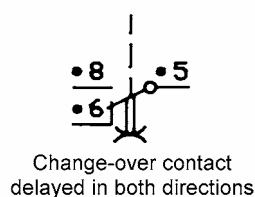
Le numéro d'ordre doit être 9; s'il faut un deuxième numéro d'ordre, ce doit être 0.

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:



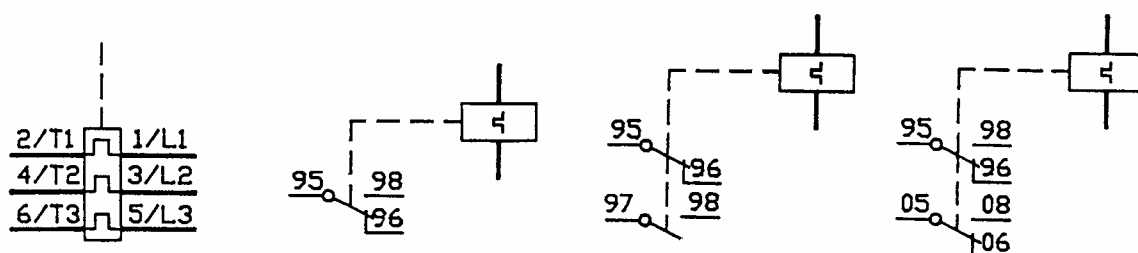
A.3 Marking and identification of terminals of overload relays

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

Disponible



Annex B

Vacant

Annexe C (normative)

Coordination au courant d'intersection entre le démarreur et le DPCC associé

C.1 Domaine d'application

La présente annexe indique la méthode de vérification de la performance des dispositifs de protection contre les surcharges des démarreurs lorsque le démarreur est associé à un DPCC.

C.2 Généralités et définitions

C.2.1 Généralités

La présente annexe indique différentes méthodes de vérification du fonctionnement des démarreurs et du ou des DPCC associés à des courants inférieurs et supérieurs à celui qui correspond au point d'intersection I_{co} de leurs caractéristiques temps-courant respectives, fournies par le ou les constructeurs du démarreur et du DPCC, et les types de coordination correspondants décrits en 8.2.5.1.

La coordination au courant d'intersection entre démarreur et DPCC peut être vérifiée soit par la méthode directe, avec l'essai spécial, décrite à l'Article C.3 soit, pour la coordination de type «2», par la méthode indirecte décrite à l'Article C.6.

C.2.2 Définitions

C.2.2.1 courant d'intersection

I_{co}

courant correspondant au point d'intersection des courbes moyennes ou publiées représentant respectivement les caractéristiques temps-courant du relais de surcharge et du DPCC

NOTE Les courbes moyennes sont les courbes correspondant aux valeurs moyennes calculées à partir des tolérances sur les caractéristiques temps-courant données par le constructeur.

C.2.2.2 courant d'essai

I_{cd}

courant d'essai plus grand que I_{co} , tolérances comprises, déterminé par le constructeur et vérifié par les exigences données dans le Tableau C.1

C.2.2.3 caractéristique de tenue temps-courant des gradateurs/démarreurs

ensemble des courants qu'un gradateur/démarreur peut supporter en fonction du temps

C.3 Condition pour l'essai de coordination au courant d'intersection par une méthode directe

Le démarreur et son DPCC associé doivent être montés et raccordés comme en service normal. Tous les essais doivent être effectués à partir de l'état froid.

Annex C (normative)

Co-ordination at the crossover current between the starter and associated SCPD

C.1 Scope

This annex states the method of verifying the performance of overload protective devices of starters when the starter is associated with a SCPD.

C.2 General and definitions

C.2.1 General

This annex states different methods of verifying the performance of starters and the associated SCPD(s) at currents below and above the intersection I_{co} of their respective time-current characteristics, provided by the starter and SCPD manufacturer(s), and the corresponding types of co-ordination described in 8.2.5.1.

Co-ordination at the crossover current between the starter and the SCPD can be verified either by the direct method with the special test of Clause C.3 or, for type "2" co-ordination, by the indirect method as in Clause C.6.

C.2.2 Definitions

C.2.2.1 crossover current

I_{co}

current corresponding to the crossover point of the mean or published curves representing the time-current characteristics of the overload relay and the SCPD respectively

NOTE The mean curves are the curves corresponding to the average values calculated from the tolerances on the time-current characteristics given by the manufacturer.

C.2.2.2 test current

I_{cd}

test current greater than I_{co} , tolerances included, designated by the manufacturer and verified by the requirements given in Table C.1

C.2.2.3 time-current withstand characteristic capability of controllers/starters locus of the currents a controller/starter can withstand as a function of time

C.3 Condition for the test for the verification of co-ordination at the crossover current by a direct method

The starter and its associated SCPD shall be mounted and connected as in normal use. All the tests shall be performed starting from the cold state.

C.4 Courants d'essai et circuits d'essai

Le circuit d'essai doit être conforme à 8.3.3.5.2 de la CEI 60947-1, sauf que la tension transitoire oscillatoire n'a pas besoin d'être réglée. Les courants d'essai doivent être:

- (i) $0,75 I_{co} \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% \text{ et}$
- (ii) $1,25 I_{co} \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$.

Le facteur de puissance du circuit d'essai doit être conforme au Tableau 6. Dans le cas de petits relais de résistance élevée, il est recommandé d'utiliser essentiellement des inductances de manière à avoir le facteur de puissance le plus faible possible. La tension de rétablissement doit être égale à 1,05 fois la tension assignée d'emploi.

Le DPCC doit être conforme à 8.2.5.1 et avoir les mêmes caractéristiques et les mêmes grandeurs assignées que celles des essais de 9.3.4.3.

Le démarreur doit être raccordé de façon à s'ouvrir lorsque le relais de surcharge fonctionne. Les bobines, le cas échéant, doivent être alimentées par une source distincte à la tension assignée d'alimentation de commande.

C.5 Modalités d'essai et résultats à obtenir

C.5.1 Modalités d'essai

Le démarreur et le DPCC étant en position de fermeture, les courants d'essai mentionnés à l'Article C.4 doivent être appliqués à l'aide d'un appareil de connexion distinct. Dans chaque cas, l'appareil essayé doit être à la température du local.

Après chaque essai, il est nécessaire d'inspecter le DPCC, de réarmer le relais de surcharge et le déclencheur du disjoncteur, si nécessaire, ou de remplacer tous les fusibles si l'un d'eux au moins a fondu.

C.5.2 Résultats à obtenir

Après l'essai au courant le plus faible (i) de l'Article C.4, le DPCC ne doit pas avoir fonctionné et le relais ou le déclencheur de surcharge doit avoir fonctionné pour ouvrir le démarreur, qui ne doit pas avoir subi de dommage.

Après l'essai au courant le plus élevé (ii) de l'Article C.4, le DPCC doit avoir fonctionné avant le démarreur. Le démarreur doit satisfaire aux conditions de 9.3.4.3.2 pour le type de coordination déclaré par le constructeur.

C.6 Vérification de la coordination au courant d'intersection par une méthode indirecte

C.6.1 Généralités

NOTE Pour la coordination de type «1», la méthode indirecte, qui est à l'étude, peut être différente de la méthode décrite dans la présente annexe. Pour cette raison, la méthode indirecte pour la vérification de la coordination au point d'intersection est applicable seulement pour la coordination de type «2».

La méthode indirecte consiste à vérifier sur une courbe (voir Figure C.1) que les conditions suivantes pour la vérification de la coordination au courant d'intersection sont remplies:

C.4 Test currents and test circuits

The test circuit shall be according to 8.3.3.5.2 of IEC 60947-1 except that the oscillatory transient voltage need not be adjusted. The currents for the tests shall be:

- (i) $0,75 I_{co} \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \%$ and
- (ii) $1,25 I_{co} \begin{smallmatrix} +5 \\ 0 \end{smallmatrix} \%$.

The power factor of the test circuit shall be in accordance with Table 6. In the case of small relays having a high resistance, inductors should be mainly used in order to have a value of power factor as low as possible. The recovery voltage shall be 1,05 times the rated operational voltage.

The SCPD shall be as stated in 8.2.5.1 and of the same rating and characteristics as used in the tests of 9.3.4.3.

The starter shall be connected so that it opens when the overload relay operates. Coils, if any, shall be energized from a separate source at the rated control supply voltage.

C.5 Test procedure and results to be obtained

C.5.1 Test procedure

With the starter and the SCPD closed, the test currents stated in Clause C.4 shall be applied by a separate closing device. In each case the device tested shall be at room temperature.

After each test, it is necessary to inspect the SCPD, reset the overload relay and the release of the circuit-breaker, if necessary, or to replace all fuses if at least one of them has melted.

C.5.2 Results to be obtained

After the test at the lower current (i) in Clause C.4, the SCPD shall not have operated and the overload relay or release shall have operated to open the starter. There shall be no damage to the starter.

After the test at the higher current (ii) in Clause C.4, the SCPD shall have operated before the starter. The starter shall meet the conditions of 9.3.4.3.2 for the type of co-ordination stated by the manufacturer.

C.6 Verification of co-ordination at the crossover current by an indirect method

C.6.1 General

NOTE For type "1" co-ordination, the indirect method may be different from the method described in this annex and is under consideration. For this reason, the indirect method for the verification of co-ordination at the crossover point is only applicable for type "2" co-ordination.

The indirect method consists in verifying on a diagram (see Figure C.1) that the following conditions for the verification of co-ordination at the crossover current are met:

- la caractéristique temps-courant du relais/déclencheur de surcharge, à partir de l'état froid, fournie par le constructeur, doit indiquer comment le temps de déclenchement varie avec le courant jusqu'à une valeur au moins égale à I_{CO} ; cette courbe doit être en dessous de la caractéristique temps-courant du DPCC jusqu'à I_{CO} ;
- I'_{CD} du démarreur, essayé selon C.6.2, doit être supérieur à I_{CO} ;
- la caractéristique de tenue temps-courant du gradateur, essayé selon C.6.3, doit être au-dessus de la caractéristique temps-courant (à partir de l'état froid) du relais de surcharge jusqu'à I_{CO} .

C.6.2 Essai pour I_{CD}

Le Paragraphe 9.3.4.1 s'applique avec le complément suivant.

- Procédure d'essai: le gradateur ou le démarreur doit établir et couper le courant d'essai (I_{CD}) pour le nombre de cycles de manœuvres donné dans le Tableau C.1. Cela est fait sans le DPCC dans le circuit.

Tableau C.1 – Conditions d'essai

	U_r/U_e	$\cos \phi$	Durée de passage du courant (voir note 2) s	Durée de repos s	Nombre de cycles de manœuvres
I_{CD}	1,05	Voir Note 1	0,05	Voir Note 3	3
NOTE 1 Facteur de puissance à déterminer selon le Tableau 16 de la CEI 60947-1.					
NOTE 2 La durée peut être inférieure à 0,05 s à condition que les contacts, le cas échéant, puissent être convenablement positionnés avant réouverture.					
NOTE 3 Voir Tableau 6.					

- Comportement des gradateurs et démarreurs pendant et après l'essai I_{CD} :
 - au cours de l'essai, il ne doit se produire ni arc permanent, ni amorçage entre pôles, ni fusion de l'élément fusible inséré dans le circuit de terre (voir 9.3.4.1.2), ni soudure des contacts;
 - après l'essai,
 - le contacteur ou le démarreur doit fonctionner correctement lorsqu'il est manœuvré par le mode de commande approprié;
 - les propriétés diélectriques du gradateur et du démarreur doivent être vérifiées par un essai diélectrique sur le gradateur ou démarreur avec une tension d'essai essentiellement sinusoïdale égale au double de la tension assignée d'emploi U_e utilisée pour l'essai au courant I_{CD} , avec un minimum de 1 000 V. La tension d'essai doit être appliquée pendant 5 s, comme cela est spécifié en 9.3.3.4.1, points 2) c) i) et 2) c) ii).

C.6.3 Caractéristique de tenue temps-courant des gradateurs/démarreurs

Cette caractéristique est fournie par le constructeur au moins jusqu'à I_{CO} .

Cette caractéristique est valable pour les courants de surcharge, le gradateur/démarreur étant à température ambiante. Il convient que la durée de refroidissement minimale nécessaire au gradateur/démarreur entre deux essais de surcharge soit établie par le constructeur.

- the time-current characteristic of the overload relay/release, starting from cold state, supplied by the manufacturer, shall indicate how the tripping time varies with the current up to a value of at least I_{CO} ; this curve has to lie below the time-current characteristic of the SCPD up to I_{CO} ;
- I_{cd} of the starter, tested as in C.6.2, shall be higher than I_{CO} ;
- the time-current withstand characteristic of the controller, tested as in C.6.3, shall be above the time-current characteristic (starting from cold state) of the overload relay up to I_{CO} .

C.6.2 Test for I_{cd}

Subclause 9.3.4.1 applies with the following addition.

- Test procedure: the controller or starter shall make and break the test current (I_{cd}) for the number of operating cycles given in Table C.1. This is made without the SCPD in the circuit.

Table C.1 – Test conditions

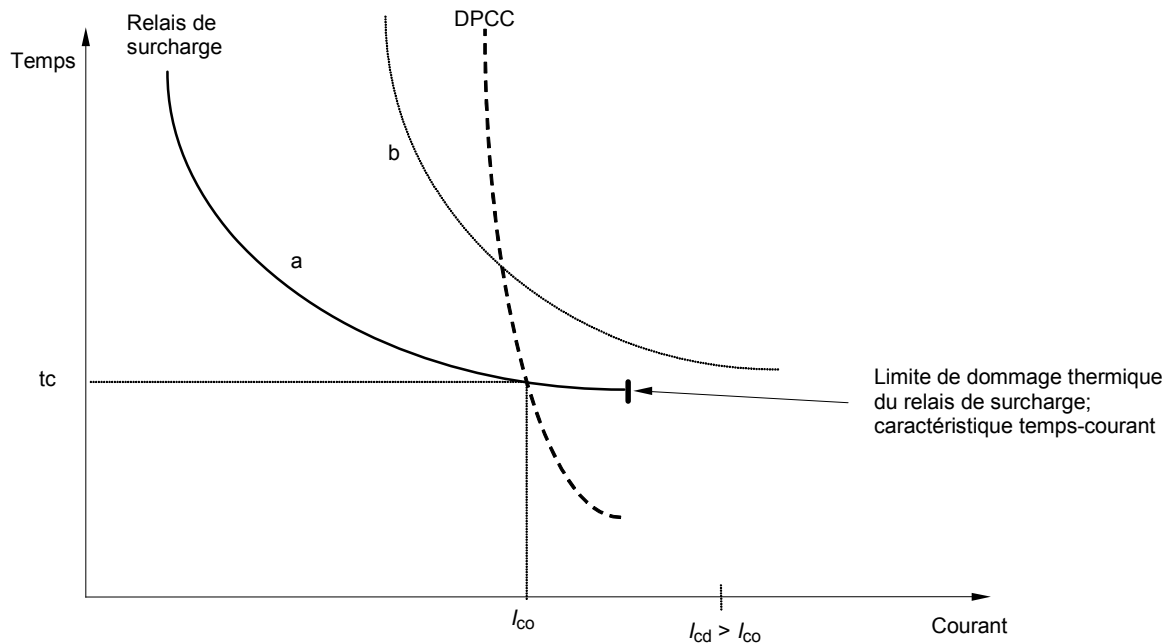
	U_r/U_e	$\cos \phi$	On-time (see note 2) s	Off-time s	Number of operations
I_{cd}	1,05	See Note 1	0,05	See Note 3	3
NOTE 1 Power factor to be selected according to Table 16 of IEC 60947-1.					
NOTE 2 Time may be less than 0,05 s provided that contacts, if any, are allowed to become properly seated before re-opening.					
NOTE 3 See Table 6.					

- Behaviour of controllers or starters during and after the I_{cd} test:
 - a) during the test, there shall be no permanent arcing, no flash-over between poles, no blowing of the fusible element in the earth circuit (see 9.3.4.1.2) and no welding of contacts;
 - b) after the test,
 - 1) the controller or starter shall operate correctly when switched by the applicable method of control;
 - 2) the dielectric properties of the controller and starter shall be verified by a dielectric test on the controller or starter using an essentially sinusoidal test voltage of twice the rated operational voltage U_e used for the I_{cd} test, with a minimum of 1 000 V. The test voltage shall be applied for 5 s, as specified in 9.3.3.4.1, items 2) c) i) and 2) c) ii).

C.6.3 Time-current characteristic withstand capability of controllers/starters

This characteristic is issued by the manufacturer at least up to I_{CO} .

This characteristic is valid for overload currents, starting with the controller/starter at room temperature. The minimum cooling duration required by the controller/starter between two such overload tests should be stated by the manufacturer.

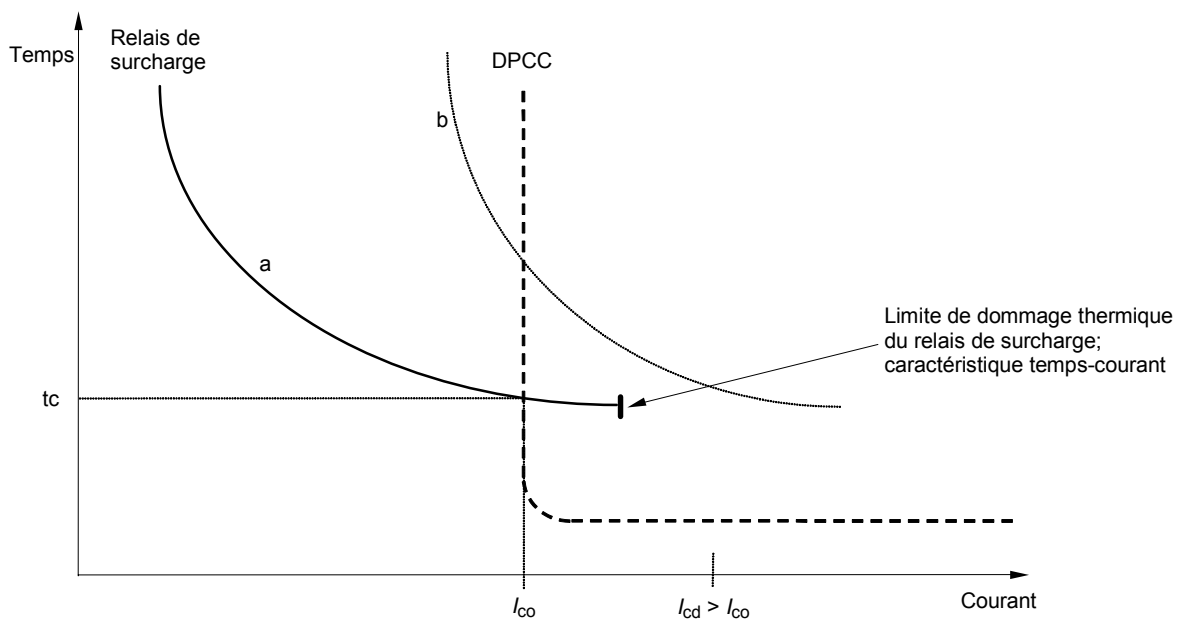


IEC 2201/06

Légende

- a: caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid
- b: caractéristique de tenue temps-courant du gradateur

Figure C.1a – Coordination avec fusible



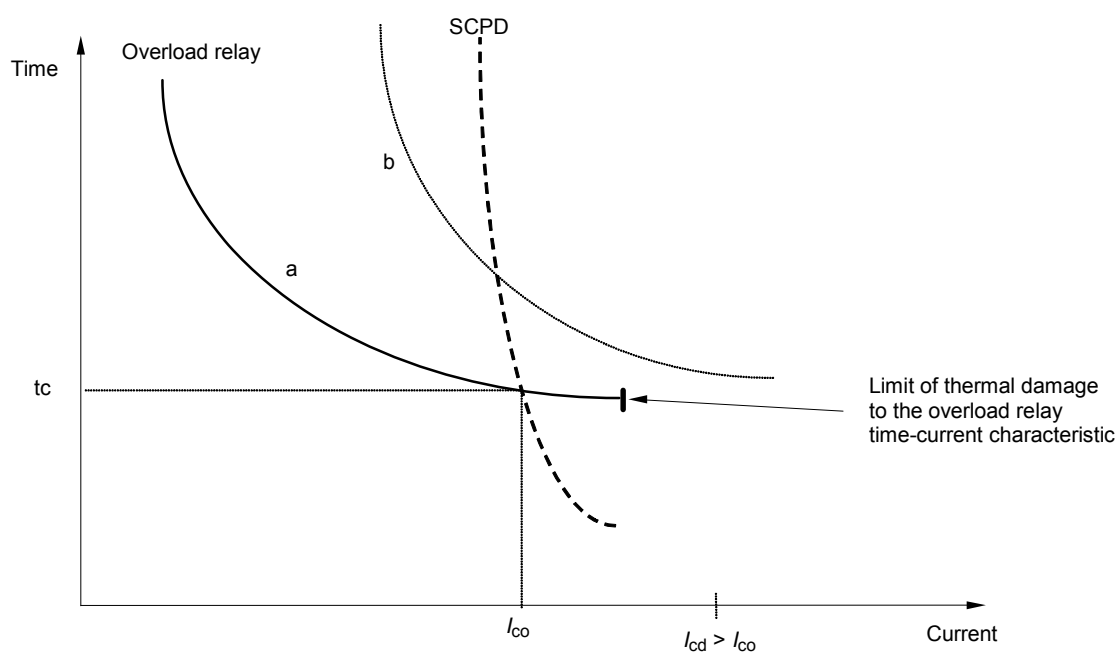
IEC 2202/06

Légende

- a: caractéristique temps-courant moyenne du relais de surcharge à partir de l'état froid
- b: caractéristique de tenue temps-courant du gradateur

Figure C.1b – Coordination avec disjoncteur

Figure C.1 – Exemples de caractéristique de tenue temps-courant

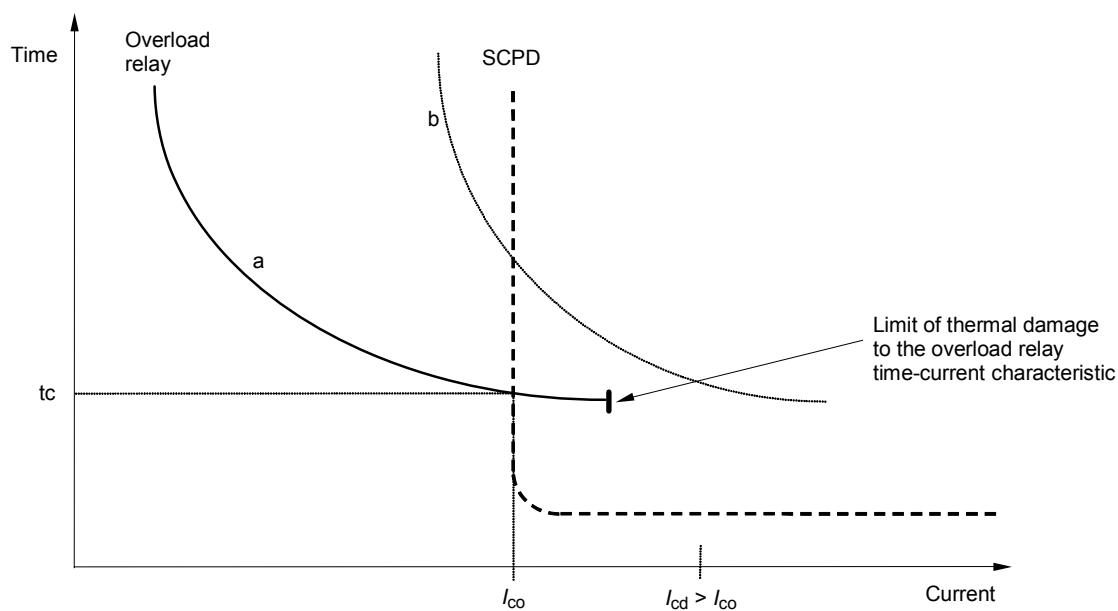


IEC 2201/06

Key

- a: mean overload relay time-current characteristic from cold state
- b: time-current characteristic withstand capability of controller

Figure C.1a – Co-ordination with fuse



IEC 2202/06

Key

- a: mean overload relay time-current characteristic from cold state
- b: time-current characteristic withstand capability of controller

Figure C.1b – Co-ordination with circuit-breaker

Figure C.1 – Examples of time-current withstand characteristic

Annexe D (normative)

Prescriptions d'essai d'émission rayonnée

D.1 Caractéristiques des gradateurs et démarreurs

Les circuits principaux d'un gradateur ou d'un démarreur comportent des semiconducteurs en parallèle ou en série avec les bobinages d'un moteur à induction. L'action des semiconducteurs permet le passage d'une énergie soit fixe, soit variable de la source d'alimentation au moteur en ajustant les temps de conduction sur une ou plusieurs demi-périodes de l'alimentation. La fréquence fondamentale de l'alimentation transmise au moteur est identique à celle de l'alimentation présente sur les bornes principales du gradateur. Ce n'est pas la fonction d'un gradateur de convertir l'énergie électrique d'une forme en une autre.

Pour les besoins de la présente annexe, un gradateur ou démarreur est considéré comme comprenant les constituants suivants:

- les circuits principaux comprenant les éléments de commutation à semiconducteurs au travers desquels l'énergie est communiquée au moteur;
- les circuits de contrôle, qui incluent tous les composants où les fonctions de contrôle sont générées;
- les circuits auxiliaires, qui réalisent des fonctions telles les liaisons numériques de communication et les systèmes de transmission par les lignes de puissance.

D.2 Emissions rayonnées

D.2.1 Circuits principaux de puissance

D.2.1.1 Mode pleine conduction

Dans le mode pleine conduction, les formes d'onde de la tension et du courant du moteur sont virtuellement sinusoïdales et à la fréquence de l'alimentation. Etant donné qu'il ne peut pas y avoir d'harmoniques d'ordre plus élevé, lorsque la forme d'onde est sinusoïdale, l'essai d'émission RF des circuits de puissance n'est pas requis lors du fonctionnement en mode pleine conduction.

D.2.1.2 Mode conduction contrôlée

La seule source d'énergie RF des circuits de puissance d'un gradateur est l'énergie requise pour commuter le semiconducteur de puissance de l'état conducteur à l'état non conducteur et vice versa. La nature de la commutation est de s'assurer que le courant est à zéro ou au voisinage de zéro lorsque la commutation s'effectue (par exemple commutation naturelle); l'énergie de commutation est très faible et la possibilité de générer des émissions RF est aussi très faible. En conséquence:

- l'aptitude à générer des émissions RF n'est pas reliée au niveau de courant présent dans les circuits de puissance à l'état de pleine conduction et est indépendante de la valeur du courant assigné I_e ;
- aucun essai de rayonnement des circuits principaux n'est requis.

Annex D **(normative)**

Requirements for radiated emission testing

D.1 Characteristics of controllers and starters

The main circuits of controllers and starters include semiconductors within, or in series with, the windings of an induction motor. The action of the semiconductors allows either a fixed or variable amount of energy to pass from the supply to the motor by regulating the conduction periods during one or more half periods of the supply. The fundamental frequency of the supply fed to the motor is the same as that of the supply to the main terminals of the controller. The controller does not convert electrical energy from one form to another as part of its process.

For the purposes of this annex, a controller or starter is considered as comprising the following constituent assemblies:

- the main circuits, which include the semiconductor switching elements through which energy is imparted to the motor;
- the control circuits, which include all the necessary components in which control functions are generated;
- the auxiliary circuits, which perform functions such as digital communication links and power line carrier systems.

D.2 Radiated emissions

D.2.1 Main power circuits

D.2.1.1 FULL-ON mode

In the FULL-ON mode, the voltage and current waveforms to the motor are virtually sinusoidal, and are at the supply frequency. Since higher order harmonics cannot exist where the waveform is sinusoidal, RF emission testing of the power circuits is not required during operation in the FULL-ON mode.

D.2.1.2 Phase control mode

The only source of RF energy within the power circuits of a controller is the energy required to switch the power semiconductor from a conducting state to a non-conducting state and vice versa. The nature of the switching is to ensure that the current will always be at or near zero whenever switching occurs (that is naturally commutated); the switching energy is very small and the capability to generate RF emissions is also very small. Therefore:

- the ability to generate RF emissions is not related to the amount of current present in the power circuits in the FULL-ON state, and is independent of the value of rated current, I_e ;
- no radiation testing of the main circuits is required.

D.2.2 Circuits de contrôle et auxiliaires

Pour les circuits de contrôle et auxiliaires les règles suivantes s'appliquent:

Ils peuvent être considérés séparément des circuits de puissance.

Comme indiqué dans la CISPR 14 pour des dispositifs semblables, l'expérience a montré que dans les gradateurs à semiconducteurs, l'énergie de perturbation est principalement rayonnée par les conducteurs externes connectés au gradateur. En conséquence, pour les besoins de cette norme, les possibilités de perturbation d'un gradateur doivent être définies comme la puissance à haute fréquence qu'il peut fournir à ces conducteurs.

Les circuits qui génèrent ou fonctionnent avec des formes d'onde sinusoïdales doivent être essayés si la plus haute fréquence fondamentale concernée est 30 MHz ou plus.

Si aucun conducteur connecté à une borne des circuits de commande ou auxiliaire ne contient un composant dont la puissance est supérieure à 18 nW (classe d'appareils A) ou 2,0 nW (classe d'appareils B) à toute fréquence supérieure ou égale à 30 MHz, aucun essai n'est requis (voir annexe E).

D.2.2 Control and auxiliary circuits

For control and auxiliary circuits the following rules apply:

They may be considered separately from the power circuits.

As stated in CISPR 14 for similar devices, experience has shown that in semiconductor controllers, the disturbing energy is mostly radiated by the external leads connected to the controller. Therefore, for the purposes of this standard, the disturbing capability of a controller shall be defined as the high-frequency power it can supply to those leads.

Circuits that generate or operate with sinusoidal waveforms shall be tested if the highest fundamental frequency involved is 30 MHz or greater.

If none of the wires connected to a control or auxiliary circuit terminal contain a component of power which is greater than 18 nW (equipment class A) or 2,0 nW (equipment class B) at any frequency of 30 MHz or greater, no testing is required (see annex E).

Annexe E (informative)

Méthode de conversion des limites d'émission rayonnée du CISPR 11 en puissance transmise équivalente

A partir de principes bien connus et établis, comme la théorie de la réciprocité de Lorentz, la puissance transmise P_T , nécessaire pour atteindre l'intensité de champ définie par le CISPR 11, peut être calculée à partir de:

$$P_T = E^2 d^2 / 30 G$$

où

P_T est la puissance transmise en watts;

E est l'intensité du champ électromagnétique en V/m;

G est le gain de l'antenne (pour un dipole idéal demi-onde $G = 1,64$);

d est la distance entre les antennes de transmission et de réception en mètres.

Pour $d = 30$ m et $E = 31,6 \mu\text{V/m}$ (30 dB $\mu\text{V/m}$), $P_T = 18$ nW

Pour $d = 10$ m et $E = 31,6 \mu\text{V/m}$ (30 dB $\mu\text{V/m}$), $P_T = 2$ nW

De cela il peut être conclu que lorsqu'un dipole idéal demi-onde est correctement connecté à n'importe quelle source qui peut générer 18 nW ou 2 nW, l'intensité du champ d'émission rayonnée sera conforme aux limites spécifiées par le CISPR 11 pour les appareils de classe A ou B respectivement.

Annex E (informative)

Method of converting CISPR 11 radiated emission limits to transmitted power equivalents

From well known and established principles including the Lorentz Theory of Reciprocity, the transmitted power, P_T , necessary to achieve the field strength specified by CISPR 11 can be calculated from:

$$P_T = E^2 d^2 / 30 G$$

where

P_T is the transmitted power in watts;

E is the electromagnetic field strength in V/m;

G is the gain of the antenna (for an ideal half-wave dipole, $G = 1,64$);

d is the distance between the transmitting and receiving antennae in metres.

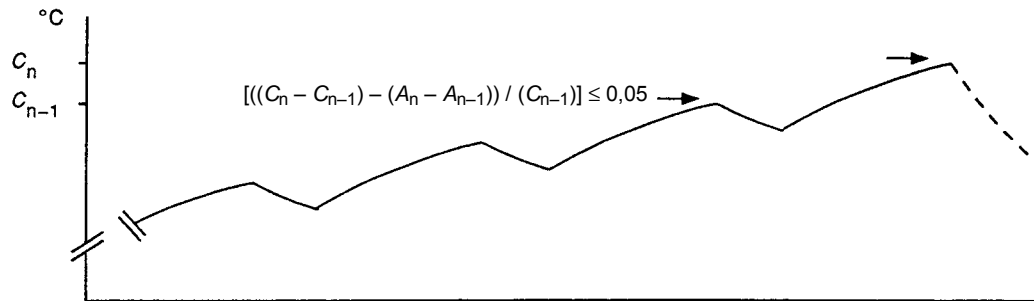
For $d = 30$ m and $E = 31,6$ μ V/m (30 dB μ V/m), $P_T = 18$ nW

For $d = 10$ m and $E = 31,6$ μ V/m (30 dB μ V/m), $P_T = 2$ nW

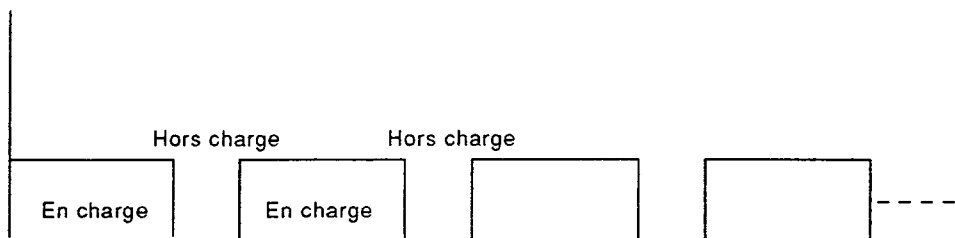
From this it can be concluded that when an ideal half-wave dipole is properly connected to any source transmitter that can generate 18 nW or 2 nW, the radiated emission field strength would equal the limits specified by CISPR 11 for class A and class B equipment respectively.

Annexe F (informative)

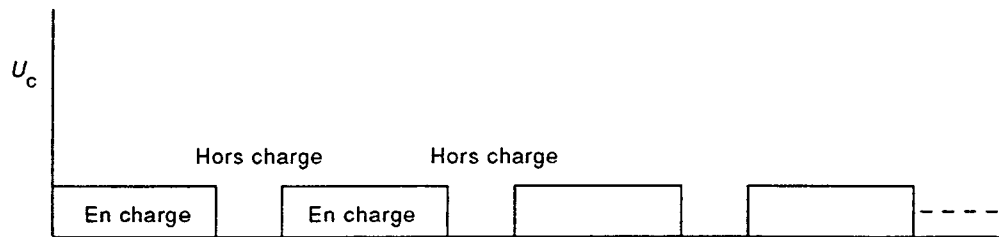
Aptitude au fonctionnement



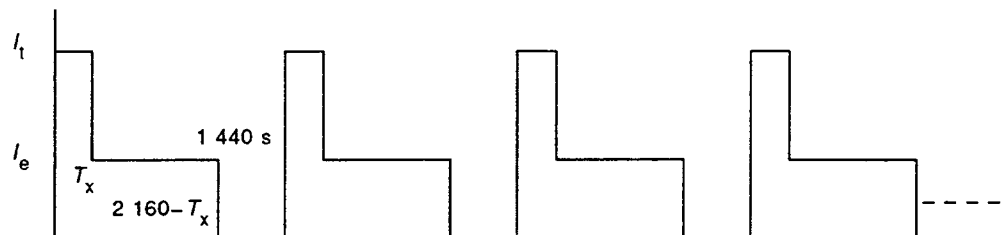
Profil standard d'élévation de température



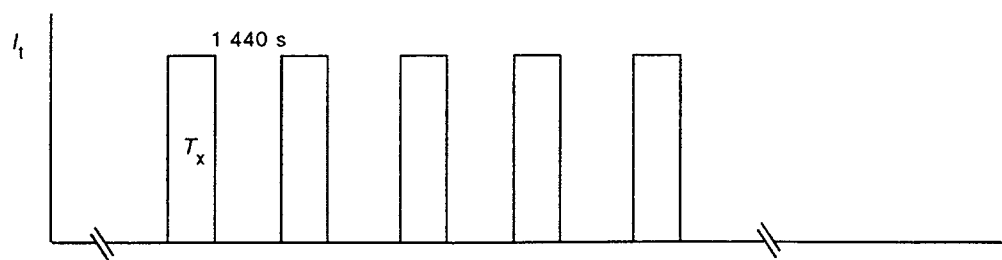
Profil standard de cycles en charge/hors charge



Profil standard de la tension de commande U_c



Profil du courant d'essai pour AC-52a, AC-53a, AC-58a



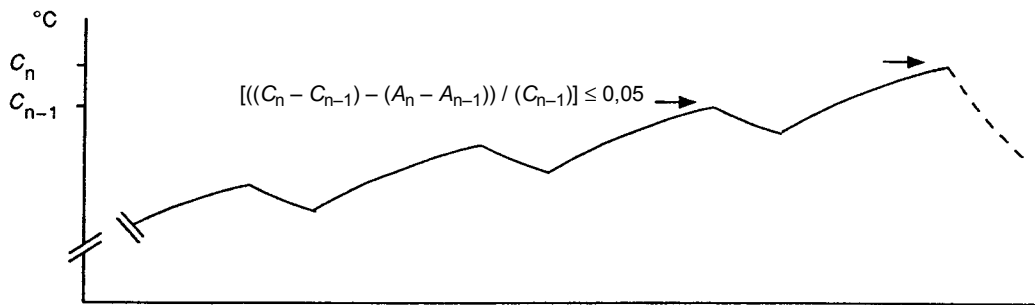
Profil du courant d'essai pour AC-52b, AC-53b, AC-58b

IEC 171/07

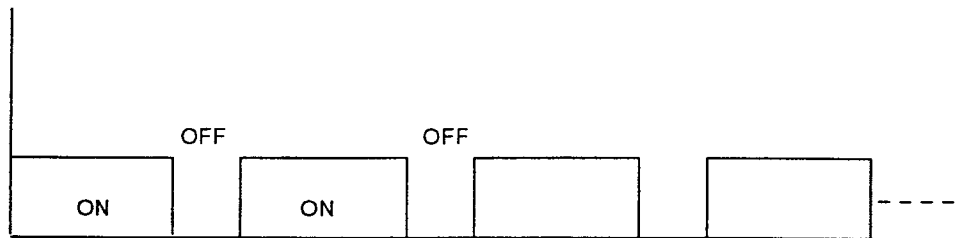
Figure F.1 – Profil d'essai de stabilité thermique

Annex F
(informative)

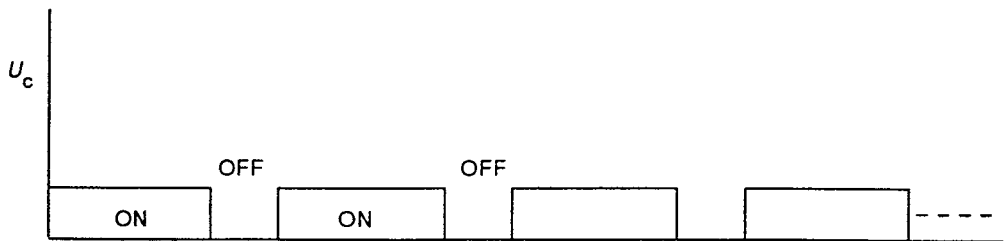
Operating capability



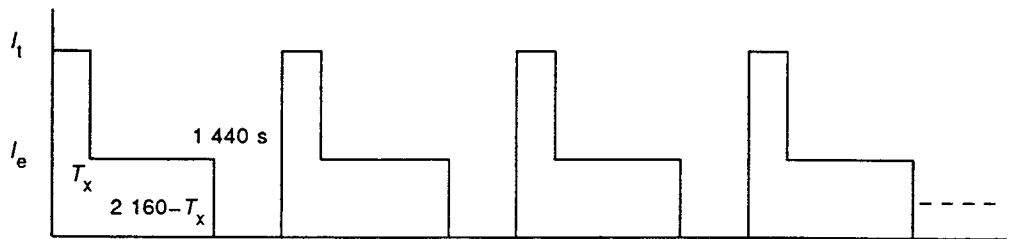
Generic profile of temperature rise



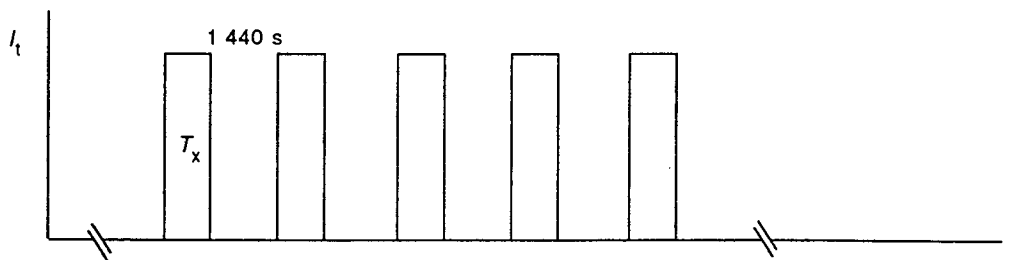
Generic profile of on-load/off-load cycles



Generic profile of control voltage, U_c



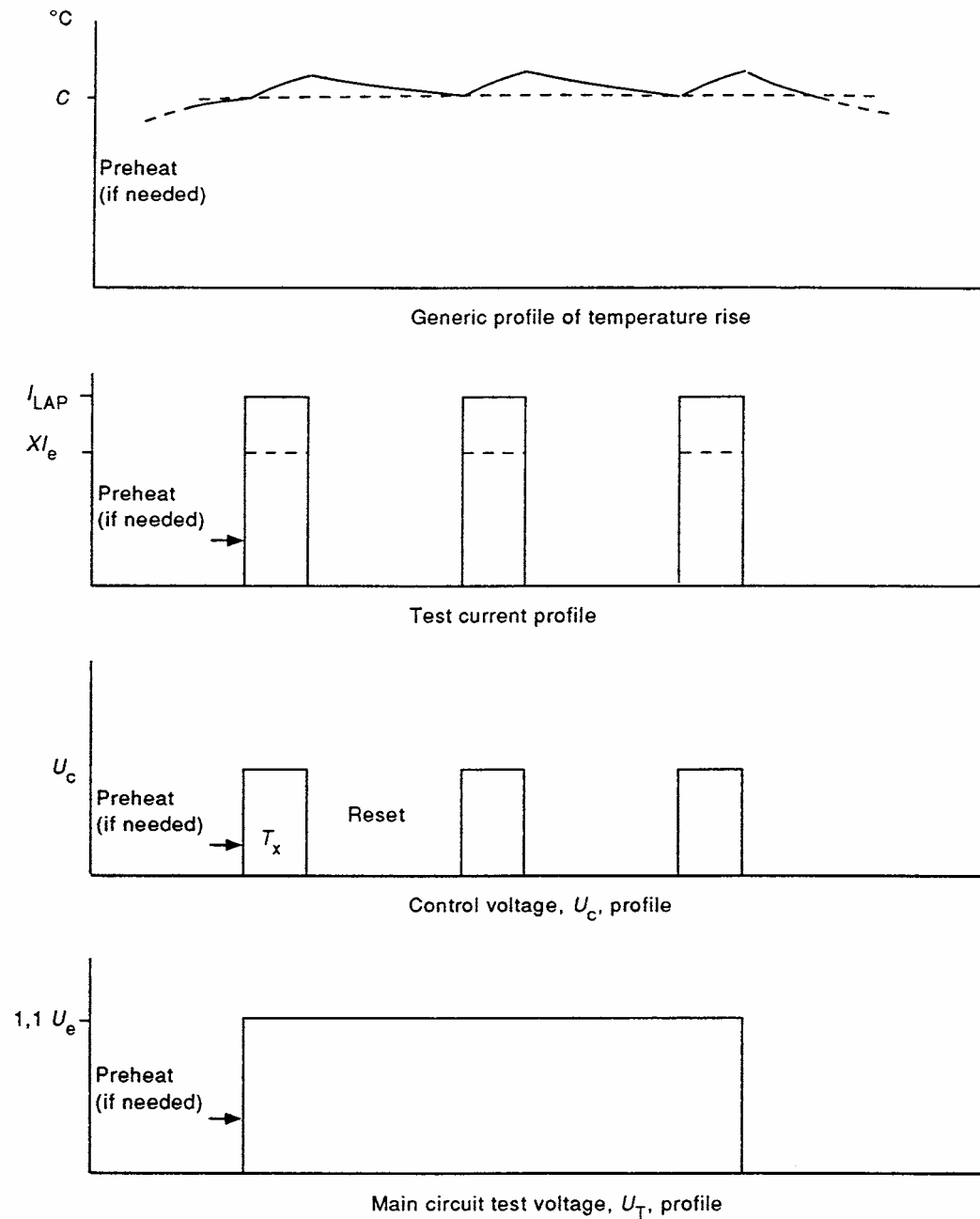
Test current profile for AC-52a, AC-53a, AC-58a



Test current profile for AC-52b, AC-53b, AC-58b

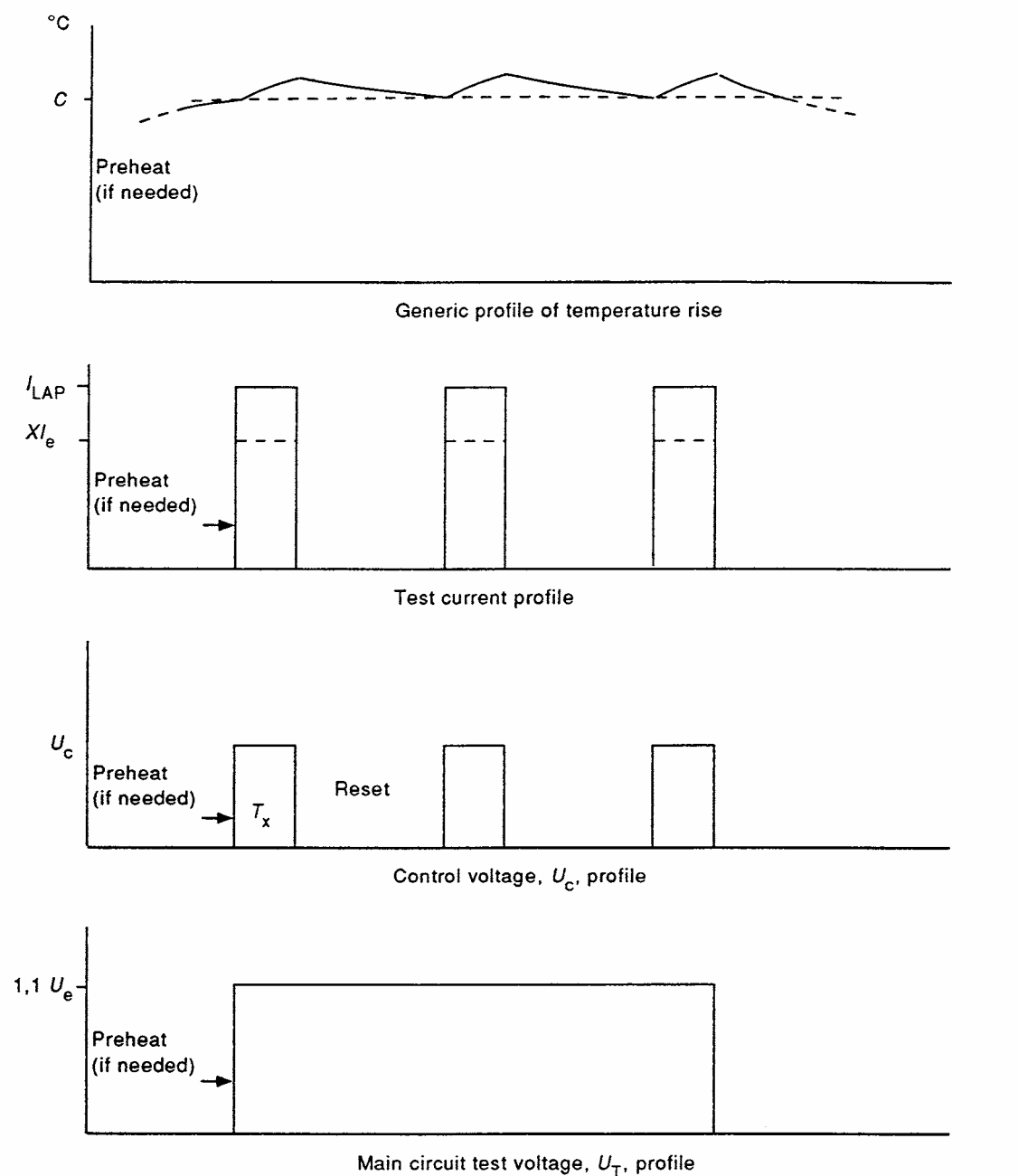
IEC 171/07

Figure F.1 – Thermal stability test profile



IEC 1740/99

Figure F.2 – Profil d'essai de capacité de surcharge



IEC 1740/99

Figure F.2 – Overload capability test profile

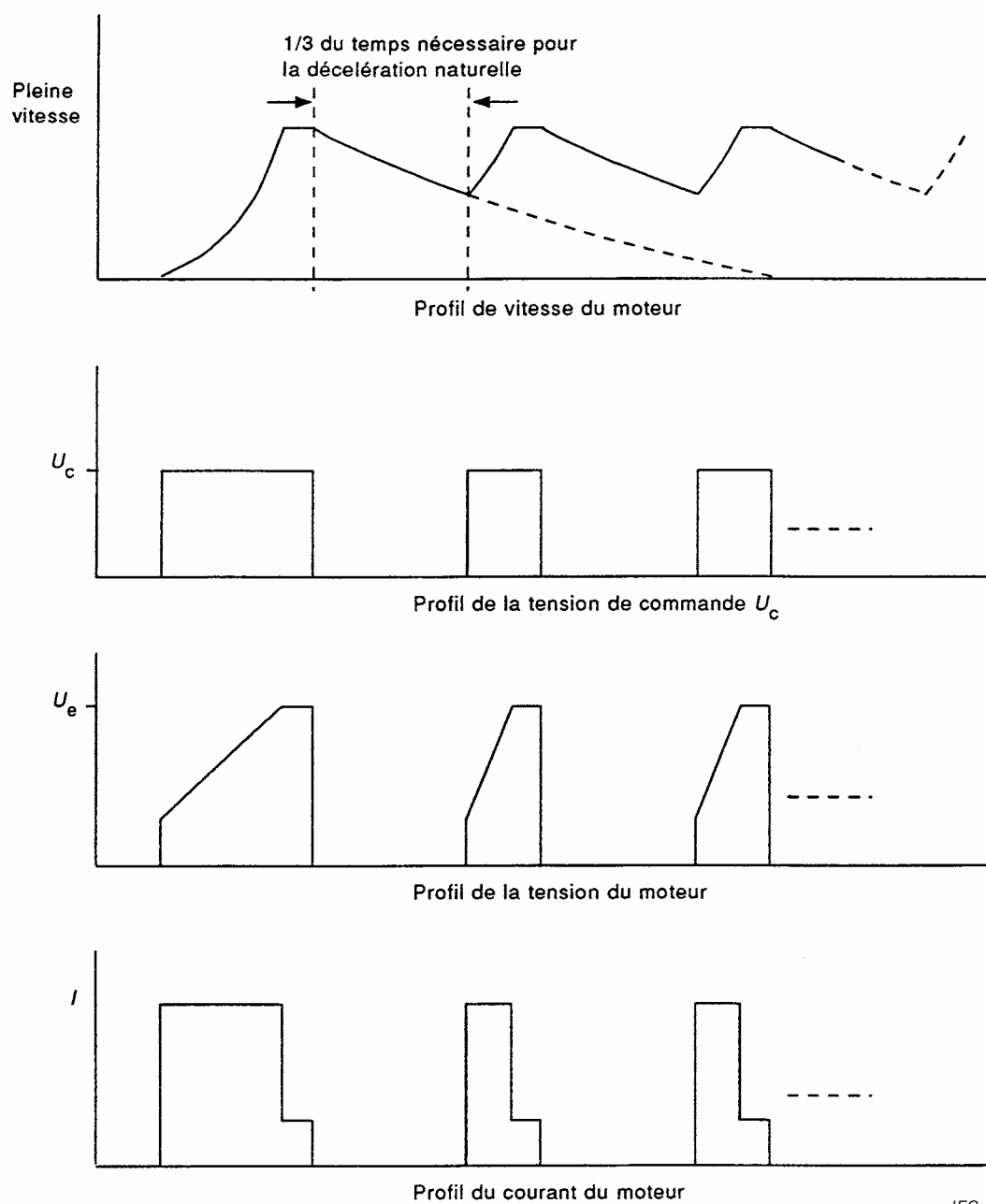
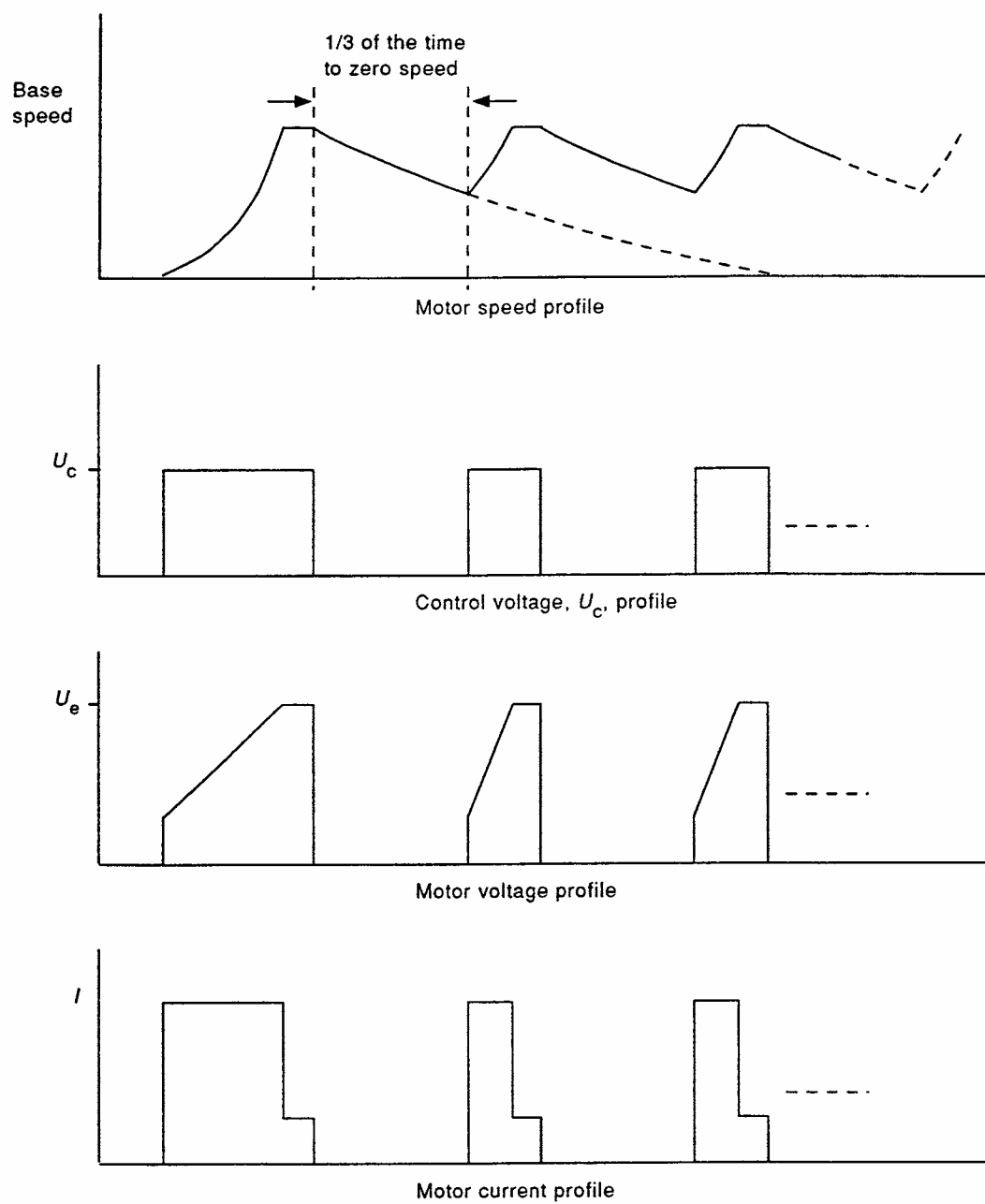


Figure F.3 – Profil d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation



IEC 1741/99

Figure F.3 – Blocking and commutating capability test profile

Annexe G (informative)

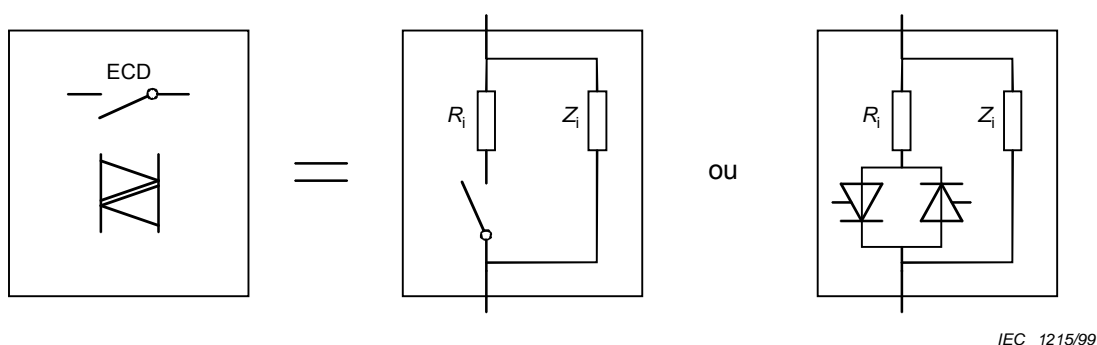
Exemples de configuration de circuits de commande

G.1 Appareil externe de commande (ECD)

G.1.1 Définition d'un ECD

Tout élément externe qui sert à agir sur la commande du gradateur.

G.1.2 Représentation schématisque d'un ECD



G.1.3 Paramètres d'un ECD

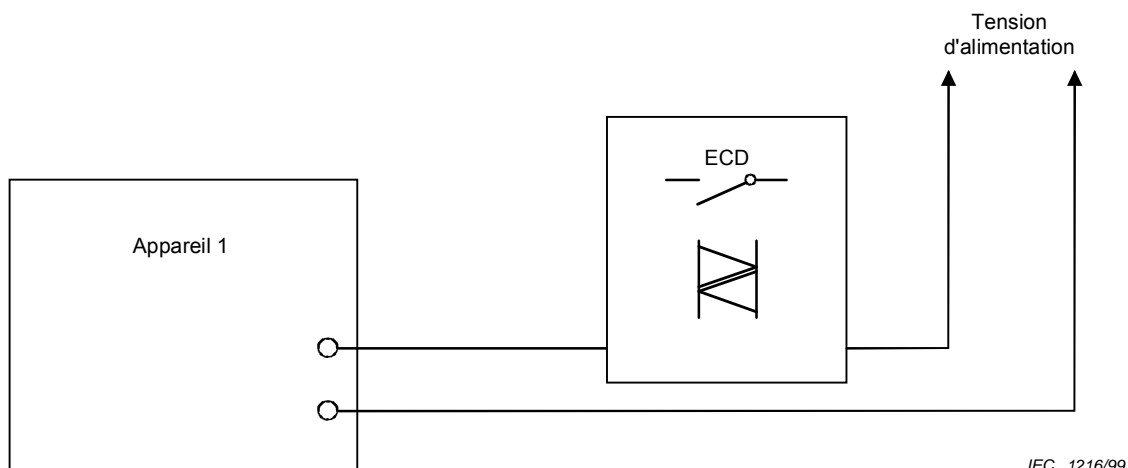
- R_i : résistance interne
- Z_i : impédance interne de fuite

NOTE Dans le cas où un ECD est un bouton poussoir mécanique, R_i est souvent négligée et Z_i prise égale à l'infini.

G.2 Configurations du circuit de commande

G.2.1 Gradateurs avec alimentation de commande externe

G.2.1.1 Entrée unique d'alimentation et de commande



Annex G (informative)

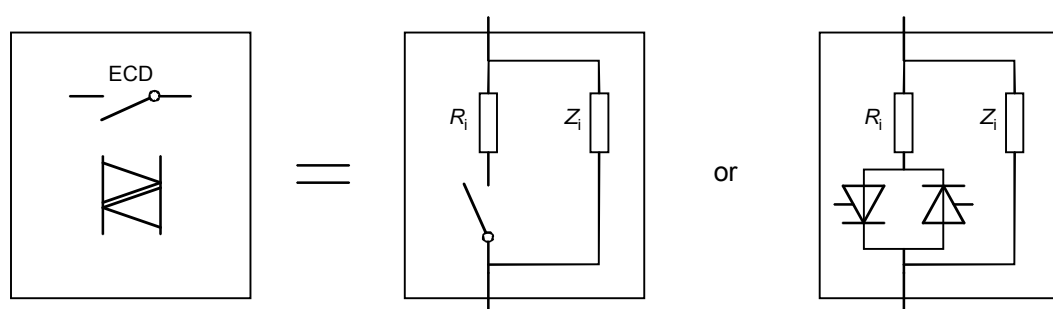
Examples of control circuit configurations

G.1 External control device (ECD)

G.1.1 Definition of an ECD

Any external element which serves to effect the control of the controller.

G.1.2 Diagrammatic representation of an ECD



IEC 1215/99

G.1.3 Parameters of an ECD

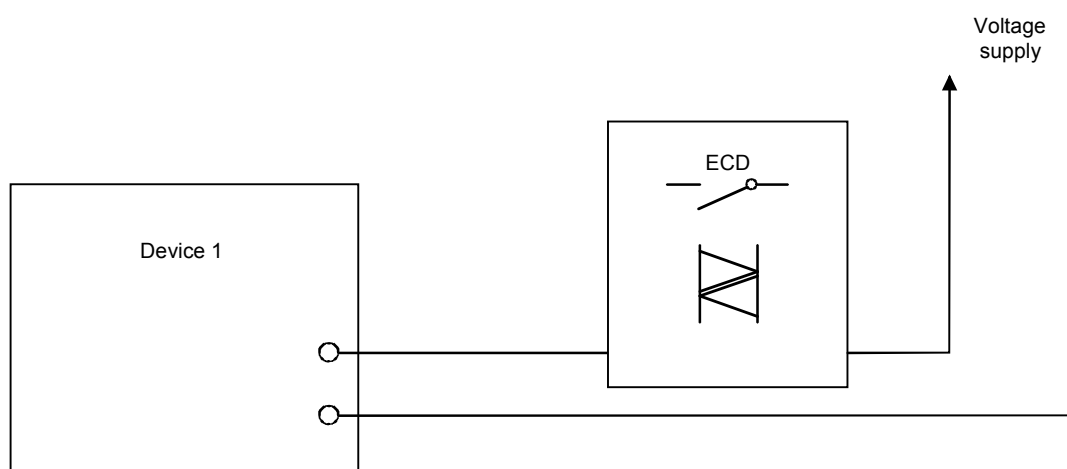
- R_i : internal resistance
- Z_i : internal leakage impedance

NOTE In the case where ECD is a mechanical push button, R_i is often neglected and Z_i is often taken as ∞ .

G.2 Control circuit configurations

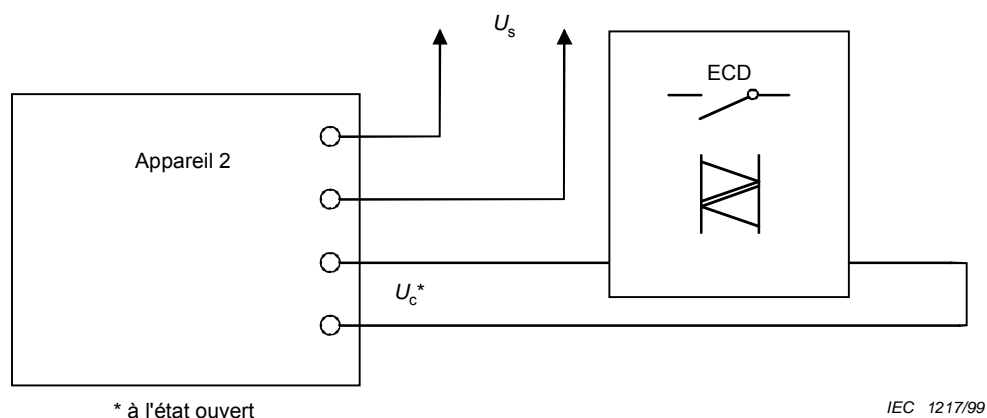
G.2.1 Controllers with external control supply

G.2.1.1 Single supply and control input

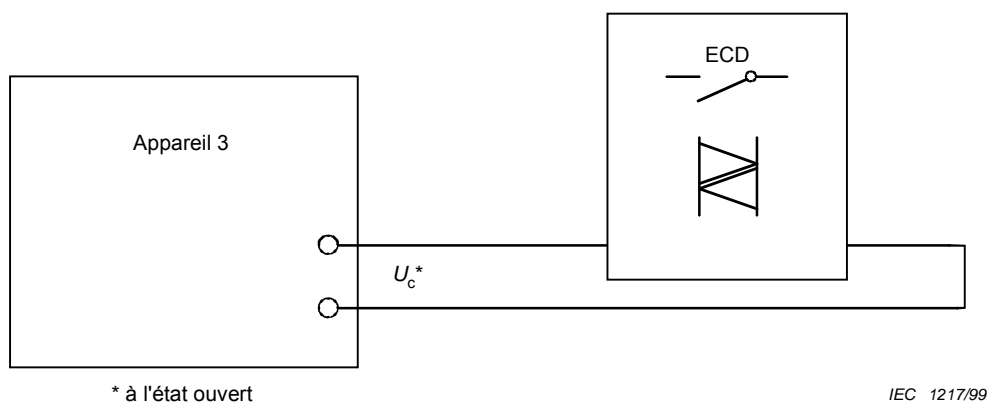


IEC 1216/99

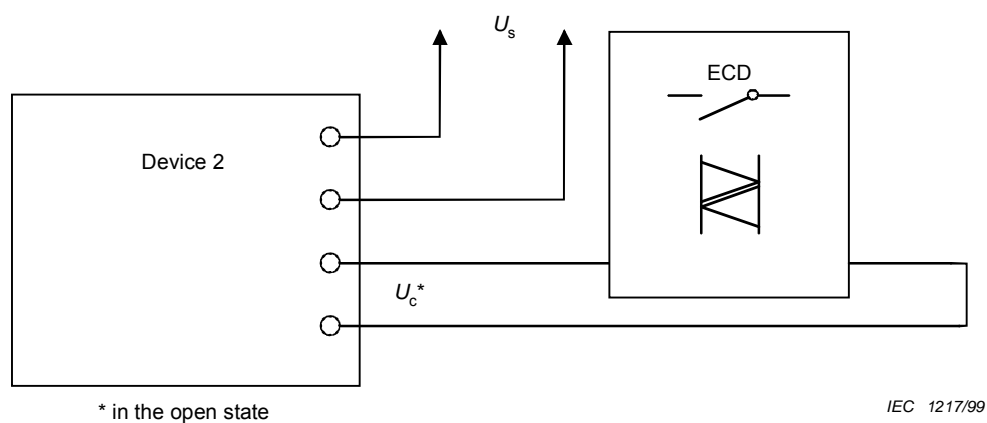
G.2.1.2 Entrées d'alimentation et de commande séparées



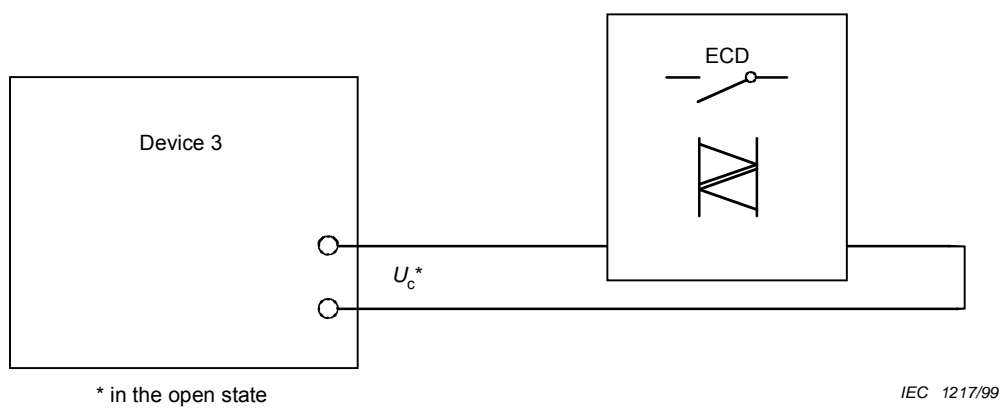
G.2.2 Gradateurs avec alimentation de commande interne et seulement une entrée de commande



G.2.1.2 Separate supply and control inputs



G.2.2 Controllers with an internal control supply and control input only



Annexe H (informative)

Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur

NOTE Dans le cadre de cette annexe:

- le mot accord s'entend dans un sens très large;
- le mot utilisateur comprend les stations d'essais.

L'annexe J de la CEI 60947-1 est applicable en ce qui concerne les articles et les paragraphes auxquels se réfère la présente norme, avec les compléments suivants:

Numéro d'article ou de paragraphe de la présente norme	Point
5.3.4.6, note	Autres valeurs de S et/ou F (qui peuvent être déclarées par le constructeur)
5.3.5.3.1 b)	Spécifications concernant les deux sens de rotation
5.4	Types d'emploi autres que les catégories d'emploi définies au tableau 2
5.6	Caractéristiques inhabituelles de fonctionnement de fonctions ou circuits auxiliaires
7.1.1, note	Matériel destiné à être utilisé dans des températures ambiantes supérieures à 40 °C
7.1.2, note	Matériel destiné à être utilisé à des altitudes supérieures à 1 000 m
8.2.4.1	Vérification de la capacité de surcharge des gradateurs dont XI_e est supérieur à 1 000 A
8.3.1	Prescriptions CEM: a) responsabilité du réalisateur du système (utilisateur) de s'assurer que le système satisfait aux prescriptions de toutes les règles et règlements qui lui sont applicables b) prescriptions CEM pour les très gros ensembles de matériels
8.3.3.1	Immunité: Lieux où peuvent survenir de sévères perturbations extérieures (il convient de consulter le constructeur)
8.3.3.3	Vérification de l'immunité dans la plage de 80 MHz à 1 000 MHz
9.3.1, notes 1 et 2	Nombre d'échantillons pour les séquences d'essais (accord du constructeur)
Tableau 13	Résultat pour la vérification de la capacité de blocage et l'aptitude à la commutation: perte de fonction comme spécifié par le constructeur
9.3.3.6.3	Instructions pour équiper l'EUT avec des dispositifs spéciaux pour satisfaire à la mesure de tension
9.3.5	Essais CEM: a) description fonctionnelle et définition des limites de spécification pour les critères d'acceptation (à fournir par le constructeur) b) conditions de conduction minimale (à choisir par le constructeur)
9.3.5.2	Essai d'immunité CEM: essai d'un échantillon unique représentatif (comme indiqué par le constructeur)
9.3.5.2.2	Notice ou instructions indiquant les précautions à prendre en cas d'ouverture d'une enveloppe métallique spécifique pour la CEM (à fournir par le constructeur)

Annex H (informative)

Items subject to agreement between manufacturer and user

NOTE For the purpose of this annex:

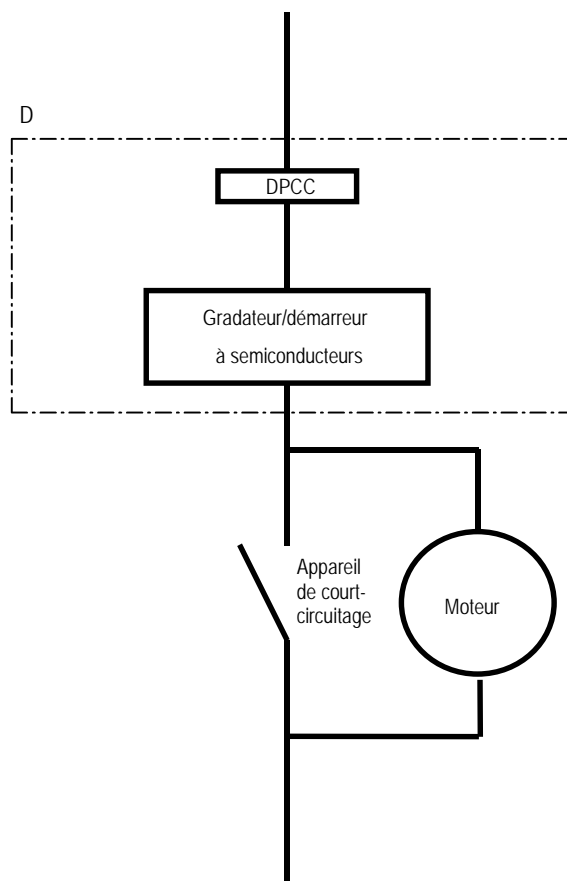
- agreement is used in a very wide sense;
- user includes testing stations.

Annex J of IEC 60947-1 applies, as far as it is covered by clauses and subclauses of this standard, with the following additions:

Clause or subclause number of this standard	Item
5.3.4.6, note	Other values of S and/or F (which may be declared by the manufacturer)
5.3.5.3.1 b)	Requirements concerning two directions of rotation
5.4	Types of utilization other than the utilization categories defined in table 2
5.6	Unusual performance features of auxiliary functions or auxiliary circuits
7.1.1, note	Equipment to be used at ambient air temperature above 40 °C
7.1.2, note	Equipment to be used at altitude higher than 1 000 m
8.2.4.1	Verification of the overload capability for controllers with an XI_e greater than 1 000 A
8.3.1	EMC requirements: <ul style="list-style-type: none"> a) responsibility of the system integrator (user) that systems comply with rules and regulations applicable at the systems level b) EMC requirements for very large items of equipment
8.3.3.1	Immunity: Locations with severe external influences (the manufacturer should be consulted)
8.3.3.3	Verification of immunity in the range of 80 MHz to 1 000 MHz
9.3.1, notes 1 and 2	Number of samples for the test sequences (agreement of the manufacturer)
Table 13	Results for the verification of blocking and commutating capability: loss of functionality as specified by the manufacturer
9.3.3.6.3	Instructions for fitting the EUT with special features to comply with the voltage measurement
9.3.5	EMC tests: <ul style="list-style-type: none"> a) functional description and definition of specification limits for the acceptance criteria (to be provided by the manufacturer) b) condition of minimum conduction (to be chosen by the manufacturer)
9.3.5.2	EMC immunity test: test of a single representative sample (as specified by the manufacturer)
9.3.5.2.2	Instructions specifying the precautions to be taken when a specific purpose EMC metallic enclosure is to be opened (to be provided by the manufacturer)

Annexe I (normative)

Circuit d'essai modifié pour l'essai de court-circuit des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteurs



IEC 2346/01

Légende

D Matériel soumis à l'essai (y compris les câbles de raccordement)

NOTE Le contour comprend l'écran métallique ou l'enveloppe.

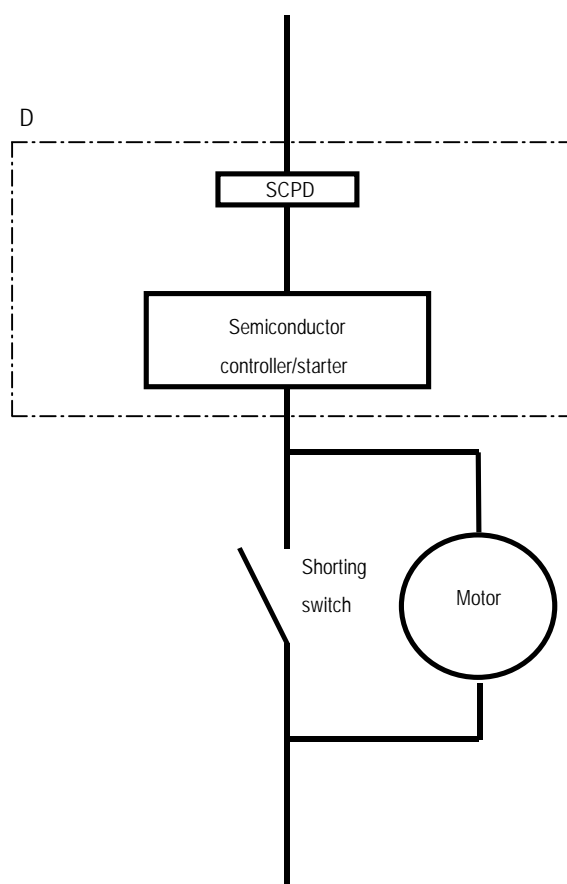
Figure I.1 – Circuit modifié pour l'essai de court-circuit des appareils à semiconducteurs

Les circuits normaux pour les essais de court-circuit sont décrits aux figures 9 à 12 de la CEI 60947-1.

Ce schéma montre, pour une phase, les modifications à apporter au circuit d'essai normal pour les essais de court-circuit des gradateurs à semiconducteurs. Les modifications à apporter sur chacune des phases sont identiques pour essayer des appareils polyphasés. Les seules modifications à apporter sont celles indiquées sur cette figure.

Annex I (normative)

Modified test circuit for short-circuit testing of semiconductor motor controllers and starters



IEC 2346/01

Key

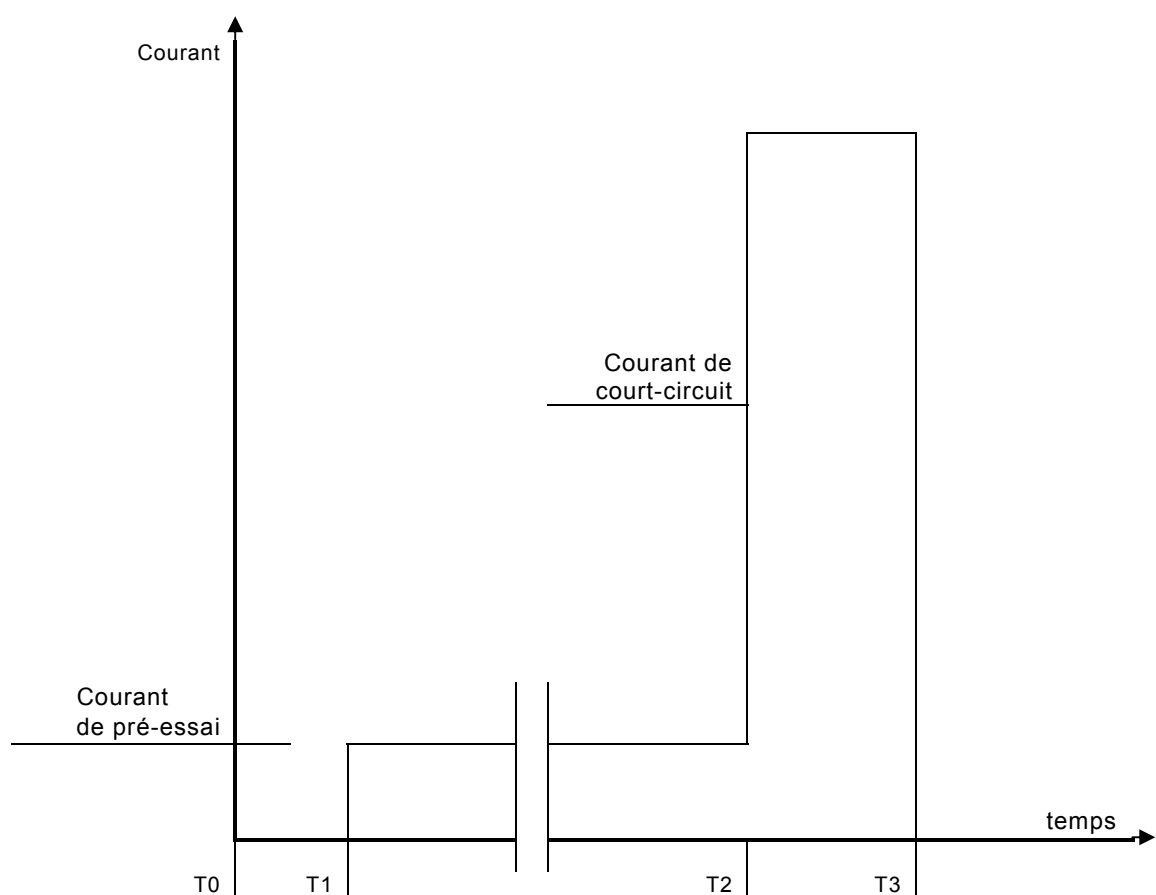
D Equipment under test (including connecting cables)

NOTE Outline includes metallic screen or enclosure.

Figure I.1 – Modified circuit for short-circuit testing of semiconductor devices

The standard circuits for short-circuit tests are illustrated in figures 9 to 12 of IEC 60947-1.

This diagram illustrates the modifications to only one phase of the standard test circuit for conducting short-circuit tests of semiconductor controllers. The modifications to each phase of the test circuit are identical for testing polyphase devices. The only modifications to be made are those shown in this figure.



Légende

- T0 l'appareil de court-circuitage s'ouvre (9.3.4.1.6 a))
- T1 le circuit d'essai est mis sous tension (9.3.4.1.6 b))
- T2 l'appareil de court-circuitage est fermé (9.3.4.1.6 c))
- T3 le DPCC coupe le courant

Figure I.2 – Chronologie pour l'essai de court-circuit de 9.3.4.1.6

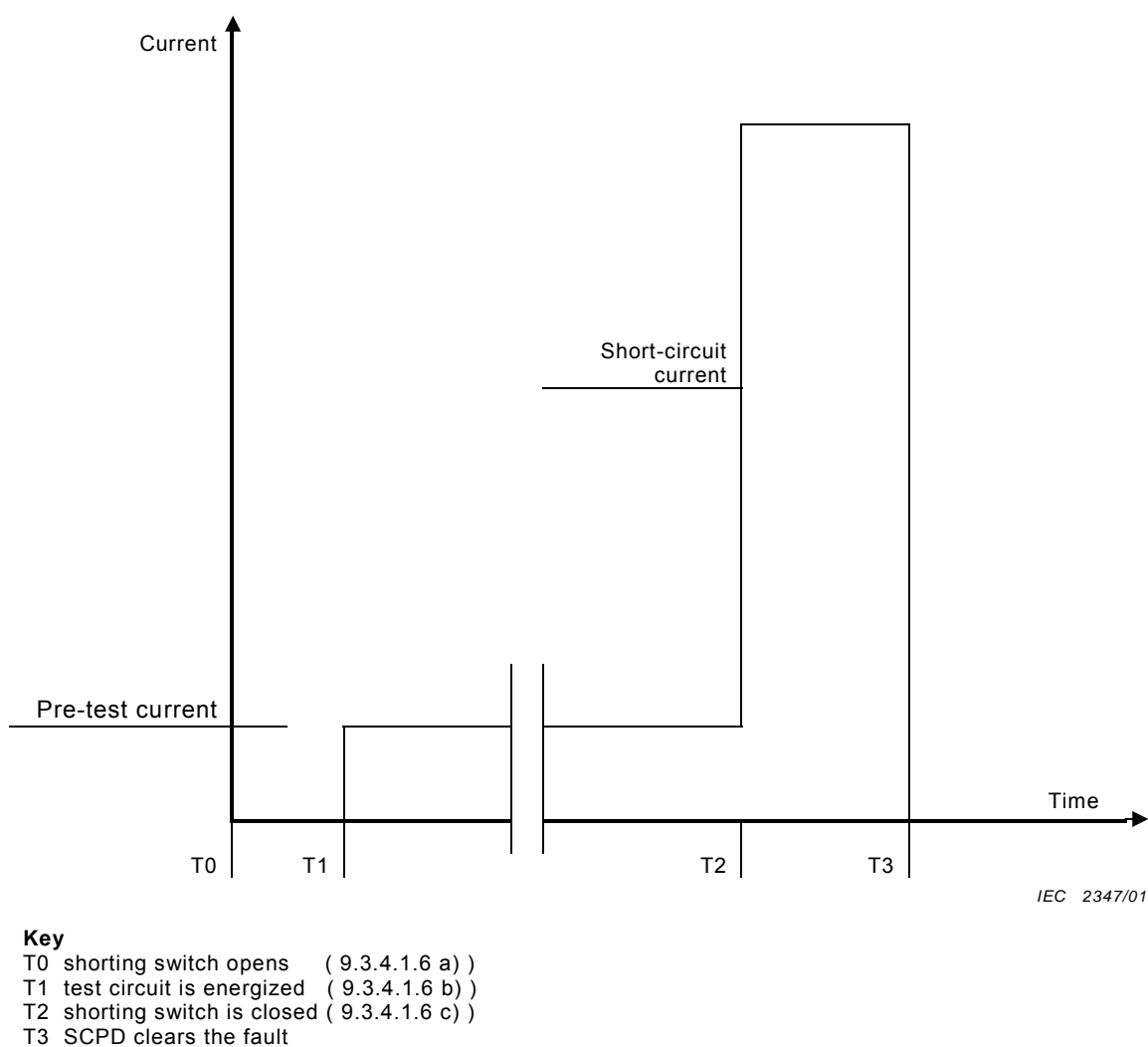
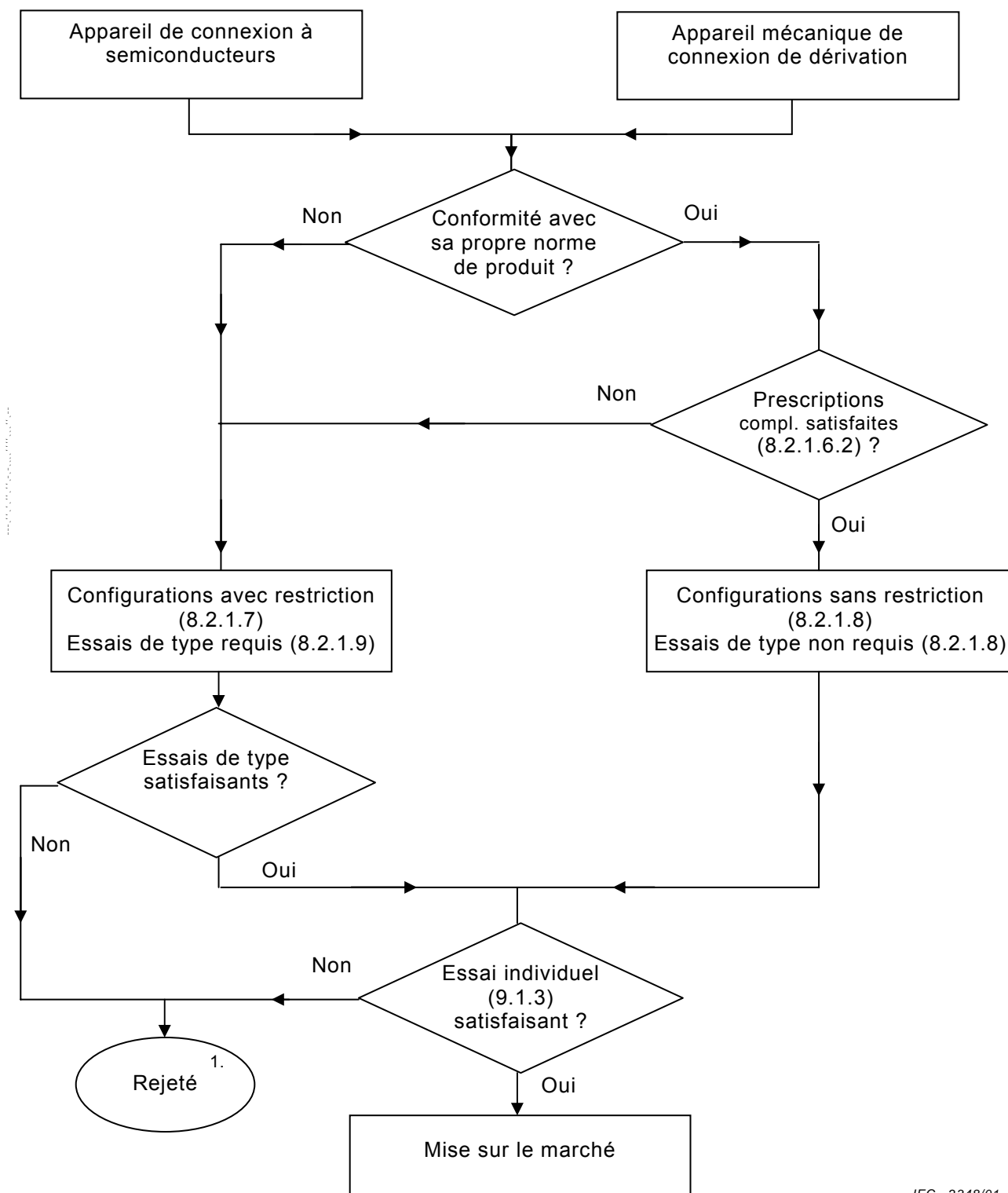


Figure I.2 – Time line for the short-circuit test of 9.3.4.1.6

Annexe J (informative)

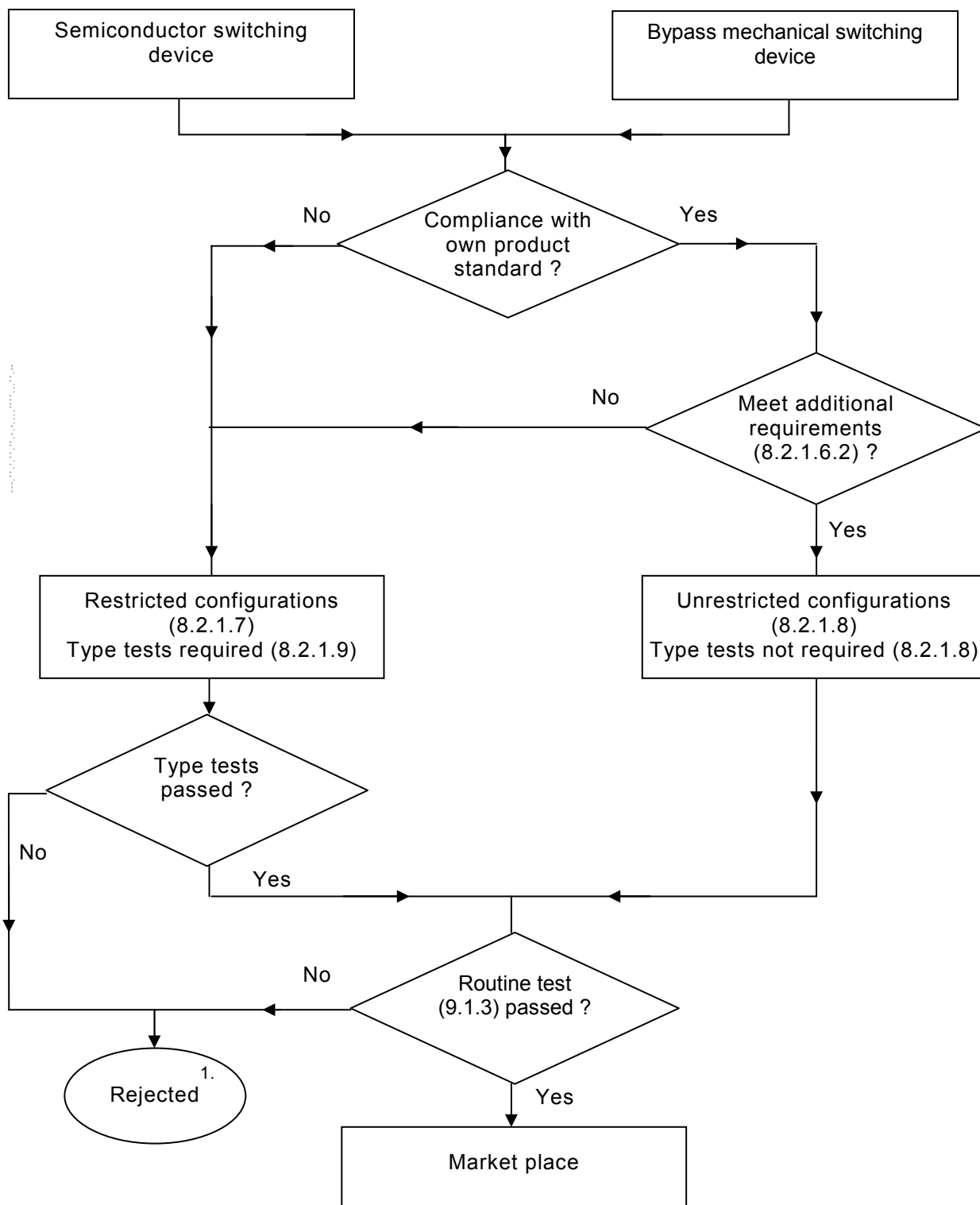
Diagramme pour définir les essais des gradateurs à semiconducteurs à dérivation



IEC 2348/01

Annex J (informative)

Flowchart for constructing bypassed semiconductor controllers tests



IEC 2348/01

Annexe K (normative)

Fonctions étendues des relais électroniques de surcharge

K.1 Domaine d'application

K.1.1 Généralités

La présente annexe est destinée à couvrir les fonctions étendues comprises dans les relais électroniques de surcharge mais non directement liées à la protection contre les surcharges.

Il convient que toutes les fonctions comprises dans ces relais de surcharge, non couvertes par la présente norme, satisfassent aux exigences des normes appropriées couvrant spécifiquement ces fonctions (par exemple CEI 60255, série CEI 60947-5).

La présente annexe est applicable seulement aux relais électroniques destinés à être utilisés dans des circuits à courant alternatif.

K.1.2 Fonction de courant résiduel

Les dispositifs réagissant aux courants différentiels résiduels sont utilisés comme systèmes de protection. De tels dispositifs sont fréquemment utilisés en conjonction avec, ou comme partie intégrante, des relais électroniques de surcharge pour détecter un courant résiduel dans l'installation ou dans le moteur dans le but de fournir une protection supplémentaire contre le feu et autres risques qui peuvent être la conséquence d'un défaut de terre de nature durable qui ne peut pas être détecté par la fonction de surintensité. Le comportement causé par la présence d'une composante à courant continu n'est pas considéré.

K.2 Définitions

Pour les besoins de la présente annexe, les définitions suivantes sont applicables.

K.2.1

relais électronique de surcharge avec fonction de courant résiduel (défaut de terre)

relais électronique multipolaire qui fonctionne lorsque la somme vectorielle des courants circulant dans le circuit principal a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée, conformément aux exigences spécifiées

K.2.2

relais électronique de surcharge avec fonction d'asymétrie de courant ou de tension

relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas d'un déséquilibre d'amplitude de courant ou de tension, conformément aux exigences spécifiées

K.2.3

relais électronique de surcharge avec fonction d'inversion de phase

relais électronique multipolaire de surcharge qui fonctionne dans le cas d'ordre incorrect des phases du côté alimentation du démarreur, conformément aux exigences spécifiées

K.2.4

relais électronique de surcharge à maximum de tension

relais électronique de surcharge qui fonctionne dans le cas de surcharge et lorsque la tension a augmenté au-dessus d'une valeur prédéterminée, conformément aux exigences spécifiées

Annex K (normative)

Extended functions within electronic overload relays

K.1 Scope

K.1.1 General

This annex is intended to cover extended functions included in electronic overload relays not directly related to the overload protection.

All functions included in these overload relays not covered by this standard should comply with the requirements of relevant standards specifically covering these functions (e.g. IEC 60255, IEC 60947-5 series).

This annex applies only to electronic relays intended for use in a.c. circuits.

K.1.2 Residual current function

Devices reacting to residual differential currents are used as protective systems. Such devices are frequently used in conjunction with or as an integral part of electronic overload relays to detect residual current in the installation or the motor in order to provide additional protection against fire and other hazards which may develop as a result of an earth fault of a lasting nature which cannot be detected by the over-current protective function. The behaviour due to the presence of a d.c. component is not considered.

K.2 Definitions

For the purpose of this annex, the following definitions apply.

K.2.1

electronic overload relay with residual current (earth fault) function

multipole electronic relay which operates when the vectorial sum of the currents flowing in the main circuit has increased above a predetermined value in accordance with specified requirements

K.2.2

electronic overload relay with current or voltage asymmetry function

electronic overload relay which operates in the case of current or voltage magnitude unbalance in accordance with specified requirements

K.2.3

electronic overload relay with phase reversal function

multipole electronic overload relay which operates in the case of improper phase sequence at the line side of the starter in accordance with specified requirements

K.2.4

over-voltage sensitive electronic overload relay

electronic overload relay which operates in the case of overload and when the voltage has increased above a predetermined value in accordance with specified requirements

K.2.5**courant d'inhibition** I_{ic}

courant de défaut au-dessus duquel un appareil de connexion n'est pas initialisé pour s'ouvrir

K.3 Classification des relais électroniques de surcharge

- a) Relais ou déclencheur à asymétrie de courant et de tension.
- b) Relais ou déclencheur à maximum de tension.
- c) Relais ou déclencheur à détection de courant résiduel (défaut de terre).
- d) Relais ou déclencheur à inversion de phase.

K.4 Types de relais

Type A: un relais électronique de surcharge de type A est un relais qui initialisera l'ouverture de l'appareil de connexion à tous les niveaux de courant de défaut.

Type B: un relais électronique de surcharge de type B est un relais qui n'initialisera pas l'ouverture de l'appareil de connexion au-dessus du réglage du niveau de courant I_{ic} (courant d'inhibition).

K.5 Exigences relatives au fonctionnement**K.5.1 Limites de fonctionnement des relais électroniques de surcharge à courant résiduel**

Un relais de surcharge à courant résiduel doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci conformément aux exigences indiquées au Tableau K.1. Pour les relais ou déclencheurs munis d'une gamme de réglage du courant résiduel, la limite de fonctionnement du relais doit être vérifiée aux réglages le plus bas et le plus élevé.

Tableau K.1 – Temps de fonctionnement des relais électroniques de surcharge à courant résiduel

Multiples du réglage du courant résiduel	Durée de déclenchement T_p ms
$\leq 0,9$	Non déclenchement
1,1	$10 < T_p \leq 1\,000$

K.5.2 Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant résiduel de type B

Le Paragraphe K.5.1 est applicable avec le complément suivant.

Un relais électronique à détection de courant résiduel de type B ne doit pas, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, initialiser le fonctionnement de celui-ci, en présence d'un courant de défaut résiduel, lorsque le courant de défaut dans n'importe quelle phase atteint ou dépasse 95 % du réglage du niveau de courant I_{ic} (voir l'Article K.4) et doit provoquer l'ouverture du matériel lorsque le courant de défaut dans n'importe quelle phase est égal ou inférieur à 75 % de I_{ic} .

K.2.5 inhibit current

I_{ic}
fault current above which a switching device is not initiated to open

K.3 Classification of electronic overload relays

- a) Current and voltage asymmetry relay or release.
- b) Over-voltage relay or release.
- c) Residual current (earth fault) sensing relay or release.
- d) Phase reversal relay or release.

K.4 Type of relays

Type A: a Type A electronic overload relay is one that will initiate opening of the switching device at all levels of fault current.

Type B: a Type B electronic overload relay is one that will not initiate opening of the switching device above a set current level I_{ic} (inhibit current).

K.5 Performance requirements

K.5.1 Limits of operation of residual current electronic overload relays

A residual current overload relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device according to the requirements given in Table K.1. For relays or releases with a residual current setting range, the limit of operation of the relay shall be verified at the lowest and highest settings.

Table K.1 – Operating time of residual current electronic overload relays

Multiples of residual current setting	Tripping time T_p ms
$\leq 0,9$	No trip
1,1	$10 < T_p \leq 1\ 000$

K.5.2 Limits of operation of residual current sensing electronic relays Type B

Subclause K.5.1 applies with the following addition.

A residual current sensing electronic relay Type B, when associated with a switching device, shall not initiate operation of the switching device, in the presence of a residual fault current, when the fault current in any phase reaches or exceeds 95 % of the set current level I_{ic} (see Clause K.4) and shall operate to open the equipment when the fault current in any phase is 75 % or less of I_{ic} .

K.5.3 Limites de fonctionnement des relais à asymétrie de tension

Un relais à asymétrie de tension doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture de celui-ci dans les 120 % de la valeur de réglage du temps et doit empêcher la fermeture de l'appareil de connexion lorsque l'asymétrie de tension est supérieure à 1,2 fois la valeur de réglage de l'asymétrie de tension.

K.5.4 Limites de fonctionnement des relais à inversion de phase

Un relais à inversion de phase doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, autoriser la fermeture du matériel lorsque l'ordre des phases du côté alimentation du démarreur est le même que le réglage de l'ordre des phases. Après inversion de deux phases, le relais à inversion de phase doit empêcher la fermeture du matériel.

K.5.5 Limites de fonctionnement des relais à asymétrie de courant

Un relais à asymétrie de courant doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture du matériel dans les 120 % de la valeur de réglage du temps lorsque l'asymétrie de courant est supérieure à 1,2 fois la valeur de réglage de l'asymétrie de courant.

K.5.6 Limites de fonctionnement des relais et déclencheurs à maximum de tension**a) Tension de fonctionnement**

Un relais ou un déclencheur à maximum de tension doit, lorsqu'il est associé à un appareil de connexion, provoquer l'ouverture du matériel et doit empêcher la fermeture du matériel lorsque la tension d'alimentation est supérieure à la valeur de réglage, s'il y a lieu, ou supérieure à 110 % de la tension assignée du relais ou du déclencheur pendant une durée définie.

b) Temps de fonctionnement

Pour un relais ou un déclencheur à maximum de tension temporisé, le retard doit être mesuré à partir de l'instant où la tension atteint la valeur de fonctionnement jusqu'à l'instant où le relais ou le déclencheur agit sur le dispositif de déclenchement du matériel.

K.6 Essais**K.6.1 Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant résiduel de type A**

Les limites de fonctionnement doivent être conformes à K.5.1 et vérifiées de la façon suivante.

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant résiduel ajustable, l'essai doit être effectué aux réglages maximal et minimal du courant.

Le circuit d'essai doit être conforme à la Figure K.1. L'essai doit être effectué avec un facteur de puissance supérieur ou égal à 0,8, à toute tension commode et à tout courant commode.

Le circuit d'essai étant étalonné à chacune des valeurs du courant résiduel de fonctionnement spécifiées au Tableau K.1, selon le cas, et l'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant résiduel est soudainement établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

K.5.3 Limits of operation of voltage asymmetry relays

A voltage asymmetry relay, when associated with a switching device, shall operate to open the switching device within 120 % of the time setting and shall operate to prevent the closing of the switching device when the voltage asymmetry is above 1,2 times the voltage asymmetry setting.

K.5.4 Limits of operation of phase reversal relays

A phase reversal relay, when associated with a switching device, shall permit the closing of the equipment when the voltage sequence of phases on the line side of the starter is the same as the voltage sequence setting. After interchanging two phases, the phase reversal relay shall prevent the closing of the equipment.

K.5.5 Limits of operation of current asymmetry relays

A current asymmetry relay, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment within 120 % of the time setting when the current asymmetry is above 1,2 times the current asymmetry setting.

K.5.6 Limits of operation of over-voltage relays and releases

a) Operating voltage

An over-voltage relay or release, when associated with a switching device, shall operate to open the equipment and shall operate to prevent the closing of the equipment when the supply voltage is above the set value, if any, or above 110 % of the rated voltage of the relay or release for a defined duration.

b) Operating time

For a time-delay over-voltage relay or release, the time-lag shall be measured from the instant when the voltage reaches the operating value until the instant when the relay or release actuates the tripping device of the equipment.

K.6 Tests

K.6.1 Limits of operation of residual current sensing electronic relays Type A

The limits of operation shall be in accordance with K.5.1 and verified as follows.

For overload relays with an adjustable residual current setting, the test shall be made at the minimum and at the maximum current settings.

The test circuit shall be in accordance with Figure K.1. The test shall be made at a power factor $\geq 0,8$, at any convenient voltage and any convenient current.

The test circuit being calibrated at each of the values of the residual operating current specified in Table K.1, as applicable, and the switch S1 being in the closed position, the residual current is suddenly established by closing switch S2.

K.6.2 Limites de fonctionnement des relais électroniques à détection de courant résiduel de type B

Le Paragraphe K.6.1 est applicable avec le complément suivant.

Les limites de fonctionnement dans des conditions de surintensité doivent être conformes à K.5.2 et vérifiées de la façon suivante.

L'essai doit être effectué avec une charge triphasée, les raccordements étant réalisés conformément à la Figure K.1. L'essai doit être effectué avec un facteur de puissance supérieur ou égal à 0,8, à toute tension commune et à tout courant commun dans les pôles principaux.

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant résiduel ajustable, l'essai doit être effectué au réglage le plus bas.

Pour les relais de surcharge munis d'un réglage du courant d'inhibition I_{ic} ajustable, l'essai doit être effectué aux réglages maximal et minimal de I_{ic} .

L'impédance Z1 est ajustée de manière à laisser circuler un courant dans le circuit égal à:

- a) 95 % du courant d'inhibition I_{ic}

L'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant résiduel est établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

Le relais de surcharge ne doit pas déclencher.

- b) 75 % du courant d'inhibition I_{ic}

L'interrupteur S1 étant en position fermée, le courant résiduel est établi par la fermeture de l'interrupteur S2.

Le relais de surcharge doit déclencher.

K.6.3 Relais à asymétrie de courant

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à K.5.5.

K.6.4 Relais à asymétrie de tension

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à K.5.3.

K.6.5 Relais à inversion de phase

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à K.5.4.

K.6.6 Relais à maximum de tension

Les limites de fonctionnement doivent être vérifiées conformément à K.5.6.

K.7 Essais individuels et sur prélèvement

Les relais électroniques de surcharge à fonctions étendues doivent être, en complément aux essais de 9.3.6, soumis à des essais supplémentaires pour vérifier le fonctionnement correct de leurs fonctions additionnelles appropriées, conformément à K.5.

K.6.2 Limits of operation of residual current sensing electronic relays Type B

Subclause K.6.1 applies with the following addition.

The limits of operation under over-current condition shall be in accordance with K.5.2 and verified as follows.

The test shall be made with a three-phase load, the connections being made according to Figure K.1. The test shall be made at a power factor $\geq 0,8$, at any convenient voltage and any convenient current in the main poles.

For overload relays with an adjustable residual current setting, the test shall be made at the lowest setting.

For overload relays with an adjustable inhibit current setting I_{ic} , the test shall be made at the minimum and at the maximum I_{ic} settings.

The impedance Z1 is adjusted so as to let a current flow in the circuit equal to:

- a) 95 % of the inhibit current I_{ic}

The switch S1 being in the closed position, the residual current is established by closing switch S2.

The overload relay shall not trip.

- b) 75 % of the inhibit current I_{ic}

The switch S1 being in the closed position, the residual current is established by closing switch S2.

The overload relay shall trip.

K.6.3 Current asymmetry relays

The limits of operation shall be verified in accordance with K.5.5.

K.6.4 Voltage asymmetry relays

The limits of operation shall be verified in accordance with K.5.3.

K.6.5 Phase reversal relays

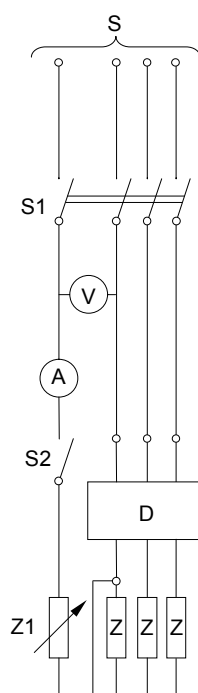
The limits of operation shall be verified in accordance with K.5.4.

K.6.6 Over-voltage relays

The limits of operation shall be verified in accordance with K.5.6.

K.7 Routine and sampling tests

Electronic overload relays with extended functions shall be, in addition to tests of 9.3.6, submitted to additional tests to verify the proper operation of their relevant additional functions, according to K.5.

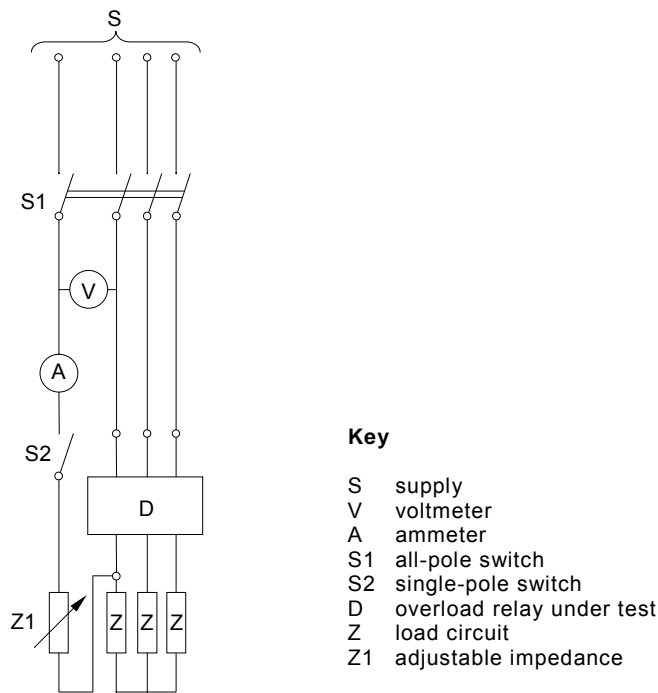


Légende

- S alimentation
- V voltmètre
- A ampèremètre
- S1 interrupteur multipolaire
- S2 interrupteur unipolaire
- D relais de surcharge soumis à l'essai
- Z circuit de charge
- Z1 impédance ajustable

IEC 2203/06

Figure K.1 – Circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de fonctionnement d'un relais électronique de surcharge à courant résiduel



IEC 2203/06

Figure K.1 – Test circuit for the verification of the operating characteristic of a residual current electronic overload relay

ISBN 2-8318-8973-1



9 782831 889733

ICS 29.130.20

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND