

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
947-4-2**

Première édition
First edition
1995-11

Appareillage à basse tension

Partie 4:

Contacteurs et démarreurs de moteurs

Section 2: Gradateurs et démarreurs à
semiconducteurs de moteurs à courant alternatif

Low-voltage switchgear and controlgear

Part 4:

Contactors and motor-starters

Section 2: AC semiconductor motor controllers
and starters

© CEI 1995 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 pro-
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	12
3 Définitions	14
3.1 Définitions concernant les appareils de commande à semiconducteurs de moteur pour courant alternatif	14
3.2 Définitions relatives à la CEM	24
4 Classification	24
5 Caractéristiques des gradateurs et démarreurs à semiconducteurs de moteur à courant alternatif	26
5.1 Énumération des caractéristiques	26
5.2 Type du matériel	26
5.3 Valeurs assignées et valeurs limites des circuits principaux	28
5.4 Catégories d'emploi	38
5.5 Circuits de commande	40
5.6 Circuits auxiliaires	42
5.7 Caractéristiques des relais et déclencheurs (relais de surcharge)	42
5.8 Coordination avec les dispositifs de protection contre les courts-circuits (DPCC)	42
5.9 Surtensions de manoeuvre	42
6 Informations sur le matériel	42
6.1 Nature des informations	42
6.2 Marquage	46
6.3 Instructions d'installation, de fonctionnement et d'entretien	46
7 Conditions normales de service, de montage et de transport	46
7.1 Conditions normales de service	46
7.2 Conditions pendant le transport et le stockage	48
7.3 Montage	48
7.4 Perturbations du réseau électrique et influences	48
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	48
8.1 Dispositions constructives	48
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement	50
8.3 Prescriptions concernant la CEM	66
9 Essais	74
9.1 Nature des essais	74
9.2 Conformité aux dispositions relatives à la construction	76
9.3 Conformité aux prescriptions relatives au fonctionnement	76
9.4 Essais spéciaux	100

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	9
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	13
3 Definitions	15
3.1 Definitions concerning a.c. semiconductor motor control devices	15
3.2 EMC definitions	25
4 Classification	25
5 Characteristics of a.c. semiconductor motor controllers and starters	27
5.1 Summary of characteristics	27
5.2 Type of equipment	27
5.3 Rated and limiting values for main circuits	29
5.4 Utilization category	39
5.5 Control circuits	41
5.6 Auxiliary circuits	43
5.7 Characteristics of relays and releases (overload relays)	43
5.8 Co-ordination with short-circuit protective devices (SCPD)	43
5.9 Switching overvoltages	43
6 Product information	43
6.1 Nature of information	43
6.2 Marking	47
6.3 Instructions for installation, operation, and maintenance	47
7 Normal service, mounting and transport conditions	47
7.1 Normal service conditions	47
7.2 Conditions during transport and storage	49
7.3 Mounting	49
7.4 Electrical system disturbances and influences	49
8 Constructional and performance requirements	49
8.1 Constructional requirements	49
8.2 Performance requirements	51
8.3 EMC requirements	67
9 Tests	75
9.1 Kinds of tests	75
9.2 Compliance with constructional requirements	77
9.3 Compliance with performance requirements	77
9.4 Special tests	101

Articles

Pages

Tableaux

1 Fonctions possibles des appareils à semiconducteur de commande de moteurs....	18
2 Catégories d'emploi	40
3 Niveaux de sévérité relatifs	40
4 Durée minimale de tenue au courant de surcharge	56
5 Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de stabilité thermique	58
6 Prescriptions minimales pour les conditions d'essai de la tenue aux surcharges ...	60
7 Prescriptions minimales pour les conditions d'essai avec une charge constituée par un moteur à induction	62
8 Essais de fermeture et de coupure	64
9 Essai de fonctionnement conventionnel	64
10 Critères d'acceptation ou de fonctionnement en présence de perturbations électromagnétiques	72
11 Spécifications d'essai pour la stabilité thermique	82
12 Conditions de température initiale de boîtier	84
13 Spécifications d'essai de capacité de blocage et d'aptitude à la commutation	88
14 Limites de perturbation en tension sur les bornes pour les émissions conduites à fréquences radio	94
15 Limites d'essai d'émission rayonnées	94
16 Creux de tension et microcoupures	98

Annexes

A Marquage et identification des bornes	102
B Relais ou déclencheurs de surcharge	108
C Sélectivité entre les relais de surcharge et les DPCC	120
D Prescriptions d'essai d'émission rayonnée	122
E Méthode de conversion des limites d'émission rayonnée du CISPR 11 en puissance transmise équivalente	126
F Aptitude au fonctionnement	128
G Exemples de configuration de circuits de commande	134
H Points faisant l'objet d'un accord entre le constructeur et l'utilisateur	138

Clause	Page
Tables	
1 Functional possibilities of semiconductor motor control devices	19
2 Utilization categories	41
3 Relative levels of severity	41
4 Minimum overload current withstand time (T_x) in relation to overload current ratio (X) and corresponding to overload relay trip class	57
5 Minimum requirements for thermal stability test conditions	59
6 Minimum requirements for overload capability test conditions	61
7 Minimum requirements and conditions for performance testing with an induction motor load	63
8 Making and breaking capacity test	65
9 Conventional operational performance	65
10 Specific acceptance or performance criteria when EM disturbances are present	73
11 Thermal stability test specifications	83
12 Initial case temperature requirements	85
13 Blocking and commutating capability test specifications	89
14 Terminal disturbance voltage limits for conducted radio-frequency emission	95
15 Radiated emissions test limits	95
16 Voltage dips and short-time interruption test	99
Annexes	
A Marking and identification of terminals	103
B Overload relays or releases	109
C Discrimination between overload relays and SCPDs	121
D Requirements for radiated emission testing	123
E Method of converting CISPR 11 radiated emission limits to transmitted power equivalents	127
F Operating capability	129
G Examples of control circuit configurations	135
H Items subject to agreement between manufacturer and user	139

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 947-4-2 a été établie par le sous-comité 17B: Appareillage à basse tension, du comité d'études 17 de la CEI: Appareillage.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
17B/644/FDIS	17B/711/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

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

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 947-4-2 has been prepared by sub-committee 17B: Low-voltage switchgear and controlgear, of IEC technical committee 17: Switchgear and controlgear.

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

FDIS	Report on voting
17B/644/FDIS	17B/711/RVD

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

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

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

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 947-1, 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 947-1, tableau 4 de la CEI 947-1 ou annexe A de la CEI 947-1.

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 947-1, 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 947-1, for example subclause 1.2.3, table 4 of IEC 947-1 or annex A of IEC 947-1.

APPAREILLAGE À BASSE TENSION

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

1 Domaine d'application et objet

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

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

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

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

La présente norme n'est pas applicable:

- au fonctionnement continu des moteurs pour courant alternatif à des vitesses de moteur autres que leur vitesse normale;
- au matériel à semiconducteur comprenant des contacteurs à semiconducteur (voir 2.2.13 de la CEI 947-1) commandant les charges autres que des moteurs;
- aux convertisseurs électroniques de puissance pour courant alternatif couverts par la CEI 146.

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

L'objet de la présente norme est de fixer:

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

LOW-VOLTAGE SWITCHGEAR AND CONTROLGEAR

Part 4: Contactors and motor-starters

Section 2: AC semiconductor motor controllers and starters

1 Scope and object

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

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

Controllers and starters dealt with in this standard are not normally designed to interrupt short-circuit currents. Therefore, suitable short-circuit protection (see 8.2.5) should form part of the installation, but not necessarily of the controller or starter.

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

This standard does not apply to:

- continuous operation of a.c. motors at motor speeds other than the normal speed;
- semiconductor equipment, including semiconductor contactors (see 2.2.13 of IEC 947-1) controlling non-motor loads;
- electronic a.c. power controllers covered by IEC 146.

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

The object of this standard is to state as follows:

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

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invités à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50 (161): 1990, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CEI 410: 1973, *Plans et règles d'échantillonnage pour les contrôles par attributs*

CEI 439-1: 1992, *Ensembles d'appareillage à basse tension – Partie 1: Ensembles de série et ensembles dérivés de série*

CEI 801-1: 1984, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 1: Introduction générale*

CEI 801-2: 1991, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 2: Prescriptions relatives aux décharges électrostatiques*

CEI 801-3: 1984, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 3: Prescriptions relatives aux champs de rayonnements électromagnétiques*

CEI 801-4: 1988, *Compatibilité électromagnétique pour les matériels de mesure et de commande dans les processus industriels – Partie 4: Prescriptions relatives aux transitoires électriques rapides en salves*

CEI 947-1: 1988, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*
Amendement 1 (1994)

CEI 1000-2-1: 1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: 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 1000-3-2: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3: Limites – Section 2: Limites pour les émissions de courant harmonique (courant appelé par les équipements ≤ 16 A par phase)*

CEI 1000-4-3: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 3: Essais d'immunité aux champs électromagnétiques rayonnés aux fréquences radioélectriques*

CEI 1000-4-5: 1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 5: Essais d'immunité aux ondes de choc*

CEI/DIS 1000-4-6: *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Essais d'immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques*

CEI 1000-4-11: 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*

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 947. At the time of publication the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 947 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 50(161): 1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 410: 1973, *Sampling plans and procedures for inspection by attributes*

IEC 439-1: 1992, *Low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Part 1: Type-tested and partially type-tested assemblies*

IEC 801-1: 1984, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 1: General introduction*

IEC 801-2: 1991, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 2: Electrostatic discharge requirements*

IEC 801-3: 1984, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 3: Radiated electromagnetic field requirements*

IEC 801-4: 1988, *Electromagnetic compatibility for industrial-process measurement and control equipment – Part 4: Electrical fast transient/burst requirements*

IEC 947-1: 1988, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*
Amendment 1 (1994)

IEC 1000-2-1: 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 1000-3-2: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 2: Limits for harmonic current emissions (equipment input current ≤ 16 A per phase)*

IEC 1000-4-3: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic fields immunity tests*

IEC 1000-4-5: 1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 5: Surge immunity tests*

IEC/DIS 1000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 6: Conducted disturbances induced by radio-frequency fields immunity tests*

IEC 1000-4-11: 1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measuring techniques – Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variation immunity tests – Basic EMC publication*

CISPR 11: 1990, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations électromagnétiques des appareils industriels, scientifiques et médicaux (ISM) à fréquence radioélectrique*

CISPR 14: 1993, *Limites et méthodes de mesure des perturbations radioélectriques produites par les appareils électrodomestiques ou analogues comportant des moteurs ou des dispositifs thermiques, par les outils électriques et par les appareils électriques analogues*

CISPR 22: 1993, *Limites et méthodes de mesure des caractéristiques de perturbations radioélectriques produites par les appareils de traitement de l'information*

Withdrawn

CISPR 11: 1990, *Limits and methods of measurement of electromagnetic disturbance characteristics of industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency equipment*

CISPR 14: 1993, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of electrical motor-operated and thermal appliances for household and similar purposes, electric tools and electric apparatus*

CISPR 22: 1993, *Limits and methods of measurement of radio disturbance characteristics of information technology equipment*

Withdrawn