

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60146-2**

Deuxième édition  
Second edition  
1999-11

---

---

**Convertisseurs à semiconducteurs –**

**Partie 2:  
Convertisseurs autocommutés à semiconducteurs  
y compris les convertisseurs à courant continu  
directs**

**Semiconductor converters –**

**Part 2:  
Self-commutated semiconductor converters  
including direct d.c. converters**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60146-2:1999

## Numéros des publications

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

## Publications consolidées

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

## Validité de la présente publication

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

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

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

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

## Terminologie, symboles graphiques et littéraux

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

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

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

## Numbering

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

## Consolidated publications

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

## Validity of this publication

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

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

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

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

## Terminology, graphical and letter symbols

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

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

\* See web site address on title page.

NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD

CEI  
IEC

60146-2

Deuxième édition  
Second edition  
1999-11

---

---

**Convertisseurs à semiconducteurs –**

**Partie 2:  
Convertisseurs autocommutés à semiconducteurs  
y compris les convertisseurs à courant continu  
directs**

**Semiconductor converters –**

**Part 2:  
Self-commutated semiconductor converters  
including direct d.c. converters**

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

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

X

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	8
Articles	
1 Domaine d'application .....	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions.....	14
3.1 Fonctions des convertisseurs .....	14
3.2 Types de convertisseurs.....	18
3.3 Constituants des circuits des convertisseurs.....	22
3.4 Propriétés importantes des convertisseurs et des valves électroniques.....	24
3.5 Perturbations et compatibilité électromagnétique .....	26
3.6 Caractéristiques relatives à l'entrée et à la sortie.....	34
3.7 Définitions des valeurs assignées.....	40
3.8 Définitions relatives au refroidissement .....	42
3.9 Définitions relatives aux températures .....	42
3.10 Définitions relatives aux essais .....	42
4 Indices supplémentaires et symboles littéraux .....	44
5 Conditions de service .....	46
5.1 Code d'identification des méthodes de refroidissement.....	46
5.2 Conditions climatiques .....	46
5.2.1 Circulation de l'air ambiant .....	46
5.2.2 Conditions de service normales .....	46
5.2.3 Conditions climatiques exceptionnelles de service et règles de construction.....	46
5.3 Conditions électriques de service .....	48
5.3.1 Spécification de l'environnement électrique .....	48
5.3.2 Conditions sur site inconnues .....	48
5.4 Caractéristiques de la charge .....	48
5.5 Spécifications d'immunité.....	48
5.5.1 Alimentation en alternatif.....	50
5.5.2 Alimentation en continu .....	54
5.5.3 Conditions de charge, déséquilibre de charge.....	56
5.5.4 Conditions électriques de service exceptionnelles et spécifications de fonctionnement.....	56
6 Valeurs assignées et caractéristiques complémentaires.....	58
6.1 Généralités .....	58
6.2 Valeurs assignées à spécifier par le fournisseur .....	60
6.2.1 Valeurs d'entrée assignées.....	60
6.2.2 Valeurs de sortie assignées.....	60
6.3 Caractéristiques complémentaires.....	62
6.4 Marquage.....	62

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	9
Clause	
1 Scope .....	13
2 Normative references .....	13
3 Definitions .....	15
3.1 Functions of converters .....	15
3.2 Types of converters .....	19
3.3 Converter circuit components .....	23
3.4 Important properties of converters and electronic valve devices .....	25
3.5 Disturbances and electromagnetic compatibility .....	27
3.6 Characteristics related to input and output .....	35
3.7 Definitions of rated values .....	41
3.8 Definitions related to cooling .....	43
3.9 Definitions related to temperature .....	43
3.10 Definitions related to tests .....	43
4 Additional subscripts and letter symbols .....	45
5 Service conditions .....	47
5.1 Code of identification for cooling methods .....	47
5.2 Environmental conditions .....	47
5.2.1 Ambient air circulation .....	47
5.2.2 Normal service conditions .....	47
5.2.3 Unusual environmental service conditions and design considerations .....	47
5.3 Electrical service conditions .....	49
5.3.1 Electrical environment specification .....	49
5.3.2 Unknown site conditions .....	49
5.4 Character of the load .....	49
5.5 Immunity requirements .....	49
5.5.1 AC supply .....	51
5.5.2 DC supply .....	55
5.5.3 Load conditions, load unbalance .....	57
5.5.4 Electrical unusual service conditions and performance requirements .....	57
6 Rated values and additional characteristics .....	59
6.1 General .....	59
6.2 Rated values to be specified by the supplier .....	61
6.2.1 Rated input values .....	61
6.2.2 Rated output values .....	61
6.3 Additional characteristics .....	63
6.4 Marking .....	63

Articles	Pages
7 Essais.....	62
7.1 Généralités .....	62
7.1.1 Classification des essais .....	62
7.1.2 Réalisation des essais.....	62
7.2 Programme d'essai pour les convertisseurs ou les éléments de convertisseur .....	64
7.3 Spécifications des essais .....	66
7.3.1 Inspection visuelle.....	66
7.3.2 Vérification des dispositifs auxiliaires.....	68
7.3.3 Essai de l'isolation.....	68
7.3.4 Vérification des dispositifs de protection .....	68
7.3.5 Essai sous faible charge et essai fonctionnel .....	68
7.3.6 Essai de sortie assignée.....	70
7.3.7 Essai de surcharge en courant .....	70
7.3.8 Essai d'échauffement .....	70
7.3.9 Détermination de la perte de puissance .....	72
7.3.10 Mesure du taux de distorsion harmonique total (THD) ou du taux d'harmoniques total (THF) .....	72
7.3.11 Mesure du facteur de puissance .....	72
7.3.12 Mesure de la tension de sortie.....	72
7.3.13 Vérification de la gamme de réglage de la tension de sortie .....	74
7.3.14 Essai de déséquilibre de la tension de sortie .....	74
7.3.15 Vérification de la gamme de réglage de la fréquence de sortie .....	76
7.3.16 Essai de la bande de tolérance en fréquence de sortie .....	76
7.3.17 Vérification de la commande automatique.....	76
7.3.18 Essai en court-circuit.....	76
7.3.19 Mesure du bruit audible .....	78
7.3.20 Essai d'immunité.....	78
7.3.21 Essai d'émission .....	78
7.3.22 Mesure de l'ondulation de tension et de courant .....	78
7.3.23 Essais complémentaires.....	78
7.4 Tolérances.....	78
 Annexe A (informative) Exemple d'essai de convertisseurs de forte puissance.....	80
A.1 Introduction .....	80
A.2 Concepts de base.....	80
A.3 Procédures d'essai.....	80
A.3.1 Essai de sortie assignée .....	80
A.3.2 Essai de surcourant .....	88
A.3.3 Essai d'échauffement.....	88
A.3.3.1 GTO et diode.....	88
A.3.3.2 Circuits d'amortissement .....	88
A.3.3.3 Condensateurs en courant continu.....	90
A.3.4 Détermination des pertes de puissance .....	90

Clause	Page
7 Tests .....	63
7.1 General.....	63
7.1.1 Classification of tests .....	63
7.1.2 Performance of tests .....	63
7.2 Test schedule for converter equipment and converter assemblies.....	65
7.3 Test specifications .....	67
7.3.1 Visual inspection .....	67
7.3.2 Checking of auxiliary devices.....	69
7.3.3 Insulation test.....	69
7.3.4 Checking of the protective devices .....	69
7.3.5 Light load and functional test .....	69
7.3.6 Rated output test.....	71
7.3.7 Overcurrent test .....	71
7.3.8 Temperature-rise test.....	71
7.3.9 Power loss determination .....	73
7.3.10 Measurement of total harmonic distortion (THD) or total harmonic factor (THF) .....	73
7.3.11 Measurement of power factor .....	73
7.3.12 Measurement of output voltage.....	73
7.3.13 Confirmation of output voltage adjustable range.....	75
7.3.14 Output voltage unbalance test .....	75
7.3.15 Confirmation of output frequency adjustable range.....	77
7.3.16 Output frequency tolerance band test .....	77
7.3.17 Checking of the automatic control.....	77
7.3.18 Short-circuit test.....	77
7.3.19 Measurement of audible noise .....	79
7.3.20 Immunity test .....	79
7.3.21 Emission test .....	79
7.3.22 Measurement of ripple voltage and current .....	79
7.3.23 Additional tests.....	79
7.4 Tolerances.....	79
 Annex A (informative) Example for testing high power converters.....	 81
A.1 Introduction .....	81
A.2 Basic concepts .....	81
A.3 Test procedures .....	81
A.3.1 Rated output test.....	81
A.3.2 Overcurrent test .....	89
A.3.3 Temperature-rise test.....	89
A.3.3.1 GTO and diode.....	89
A.3.3.2 Snubber circuits .....	89
A.3.3.3 DC capacitors.....	91
A.3.4 Power loss determination .....	91