



IEC 60146-1-1

Edition 4.0 2009-06

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters –  
Part 1-1: Specification of basic requirements**

**Convertisseurs à semiconducteurs – Exigences générales et convertisseurs commutés par le réseau –  
Partie 1-1: Spécification des exigences de base**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**  
CODE PRIX

---

ICS 29.200; 29.045

ISBN 978-2-88910-061-3

## CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope and object.....	7
2 Normative references .....	7
3 Terms and definitions .....	9
3.1 Semiconductor devices and combinations .....	10
3.2 Arms and connections .....	13
3.3 Controllability of converter arms and quadrants of operation (on d.c. side) .....	15
3.4 Commutation, quenching and commutation circuitry .....	16
3.5 Commutation characteristics .....	18
3.6 Rated values .....	20
3.7 Specific voltages, currents and factors .....	22
3.8 Cooling.....	25
3.9 Service conditions tolerances and electromagnetic compatibility .....	26
3.10 Harmonic distortion .....	27
3.11 Definitions related to insulation co-ordination .....	31
4 Operation of semiconductor power equipment and valve devices.....	34
4.1 Classification.....	34
4.1.1 Semiconductor converter.....	34
4.1.2 Semiconductor valve devices.....	35
4.2 Principal letter symbols and subscripts.....	36
4.3 Basic operation of semiconductor converters.....	38
4.3.1 Commutation .....	38
4.3.2 Basic calculation factors for line commutated converters .....	40
4.3.3 Disturbances and fault conditions .....	42
5 Service conditions .....	43
5.1 Code of identification for cooling method.....	43
5.2 Environmental conditions .....	44
5.2.1 Ambient air circulation .....	44
5.2.2 Normal service conditions – Temperatures .....	44
5.2.3 Other normal service conditions .....	45
5.2.4 Unusual service conditions .....	45
5.3 Characteristics of the load.....	46
5.4 Service condition tolerances.....	46
5.4.1 Steady state and short time conditions .....	46
5.4.2 Repetitive and non-repetitive transients.....	49
6 Power conversion equipment and assemblies.....	49
6.1 Electrical connections.....	49
6.2 Calculation factors.....	50
6.2.1 Essential variables .....	50
6.2.2 Losses and efficiency .....	53
6.2.3 Power factor .....	54
6.2.4 Voltage regulation .....	54
6.3 Electromagnetic compatibility .....	56
6.3.1 Harmonics .....	56
6.3.2 Other EMC aspects .....	57
6.4 Rated values .....	57

6.4.1	General .....	57
6.4.2	Rated output voltage .....	58
6.4.3	Rated current values .....	58
6.5	Duty classes.....	59
6.5.1	Principles .....	59
6.5.2	Selection of duty class and rated current value.....	60
6.5.3	Particular remarks for double converters .....	61
6.6	Markings .....	62
6.6.1	General .....	62
6.6.2	Rating plate.....	62
7	Tests for valve device assemblies and power conversion equipment .....	63
7.1	General.....	63
7.1.1	Methods of testing .....	63
7.1.2	Kinds of tests .....	63
7.1.3	Performance of tests .....	63
7.2	Insulation tests .....	64
7.2.1	General .....	64
7.2.2	Insulation routine tests of power conversion equipment .....	65
7.2.3	Additional tests.....	68
7.3	Functional test.....	68
7.3.1	Light load test and functional test .....	68
7.3.2	Rated current test.....	69
7.3.3	Over-current capability test.....	69
7.3.4	Measurement of the inherent voltage regulation .....	69
7.3.5	Measurement of ripple voltage and current .....	69
7.3.6	Measurement of harmonic currents.....	69
7.4	Losses, temperature and power factor.....	70
7.4.1	Power loss determination for assemblies and equipment .....	70
7.4.2	Temperature rise test .....	71
7.4.3	Power factor measurements .....	72
7.5	Auxiliaries and control .....	72
7.5.1	Checking of auxiliary devices .....	72
7.5.2	Checking the properties of the control equipment .....	72
7.5.3	Checking the protective devices .....	72
7.6	EMC tests .....	73
7.7	Measurement of audible noise and additional tests.....	73
7.8	Tolerances .....	73
Annex A	(normative) Harmonics and interharmonics .....	75
Annex B	(informative) Electrical environment – Short-circuit ratio .....	79
Annex C	(normative) Protection against electric shock and energy hazards .....	83
Bibliography	.....	86
Index of definitions	.....	89

Figure 1 – Types of commutation .....	39
Figure 2 – Illustration of angles .....	40
Figure 3 – Voltage regulation .....	41
Figure 4 – A.C. voltage waveform .....	49
Figure B.1 – PCC, IPC, installation current ratio and $R_{SI}$ .....	81
Figure B.2 – PCC, IPC, installation current ratio and $R_{SC}$ .....	82
Table 1 – List of major subscripts .....	36
Table 2 – Symbols .....	36
Table 3 – Performance criteria .....	42
Table 4 – Cooling medium or heat transfer agent .....	44
Table 5 – Method of circulation .....	44
Table 6 – Limit of temperature of the cooling medium for indoor equipment .....	45
Table 7 – Immunity levels to frequency and voltage amplitude for stiff a.c. voltage connections .....	47
Table 8 – Immunity levels to voltage unbalance for stiff a.c. voltage connections .....	48
Table 9 – Immunity levels to voltage waveform for stiff a.c. voltage connections .....	48
Table 10 – Connections and calculation factors .....	52
Table 11 – Standard duty classes .....	60
Table 12 – Examples of load cycles as guidance for selection of duty class .....	61
Table 13 – Summary of tests .....	64
Table 14 – AC or d.c. test voltages for equipment directly connected to low voltage mains .....	67
Table 15 – AC or d.c. test voltages for equipment directly connected to high voltage mains .....	67
Table 16 – Tolerances .....	74

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SEMICONDUCTOR CONVERTERS –  
GENERAL REQUIREMENTS AND LINE COMMUTATED CONVERTERS –****Part 1-1: Specification of basic requirements**

## 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 60146-1-1 has been prepared by IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 1991, Corrigendum 1 (1993) and Amendment 1 (1996). This fourth edition constitutes a technical revision.

This fourth edition introduces five main changes:

- a) re-edition of the whole standard according to the current directives;
- b) correction of definitions and addition of new terms, especially terms concerning EMC, harmonic distortion and insulation co-ordination;
- c) the service condition tolerances have been revised according to the IEC 61000 series;
- d) the insulation tests have been revised considering the insulation co-ordination;
- e) addition of three annexes.

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

FDIS	Report on voting
22/146/FDIS	22/149/RVD

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The main purposes of the IEC 60146-1 series are as follows.

Part 1-1, IEC 60146-1-1, Specification of basic requirements:

- to establish basic terms and definitions;
- to specify service conditions which influence the basis of rating;
- to specify test requirements for electronic power converters and assemblies, standard design, (for special design, see IEC/TR 60146-1-2);
- to specify basic performance requirements;
- to give application oriented requirements for semiconductor power converters.

Part 1-2, IEC/TR 60146-1-2, Application guide:

- to give additional information on test conditions and components (for example: semiconductor valve devices), when required for their use in semiconductor power converters, in addition to or as a modification on existing standards;
- to provide useful reference, calculation factors, formulae and diagrams pertaining to power converter practice.

Part 1-3, IEC 60146-1-3, Transformers and reactors:

- to give additional information on characteristics wherein converter transformers differ from ordinary power transformers. In all other respects, the rules specified in IEC 60076 shall apply to converter transformers, insofar as they are not in contradiction with this International Standard.

A list of all parts of the IEC 60146 series, under the general title: *Semiconductor converters*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication 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.

# SEMICONDUCTOR CONVERTERS – GENERAL REQUIREMENTS AND LINE COMMUTATED CONVERTERS –

## Part 1-1: Specification of basic requirements

### 1 Scope and object

This International Standard specifies the requirements for the performance of all semiconductor power converters and semiconductor power switches using controllable and/or non-controllable electronic valve devices.

The electronic valve devices mainly comprise semiconductor devices, either not controllable (i.e. rectifier diodes) or controllable (i.e. thyristors, triacs, turn-off thyristors and power transistors). The controllable devices may be reverse blocking or reverse conducting and controlled by means of current, voltage or light. Non-bistable devices are assumed to be operated in the switched mode.

This standard is primarily intended to specify the basic requirements for converters in general and the requirements applicable to line commutated converters for conversion of a.c. power to d.c. power or vice versa. Parts of this standard are also applicable to other types of electronic power converter provided that they do not have their own product standards.

These specific equipment requirements are applicable to semiconductor power converters that either implement power conversion or use commutation (for example semiconductor self-commutated converters) or involve particular applications (for example semiconductor converters for d.c. motor drives) or include a combination of said characteristics (for example direct d.c. converters for electric rolling stock).

This standard is applicable to all power converters not covered by a dedicated product standard, or if special features are not covered by the dedicated product standard. Dedicated product standards for power converters should refer to this International Standard.

NOTE 1 This standard is not intended to define EMC requirements. It covers all phenomena and therefore introduces references to dedicated standards which are applicable according to their scope.

NOTE 2 A large part of this standard, particularly for power transformers, is covered in IEC 61378-1.

### 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 60050-101:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 101: Mathematics*

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551: Power electronics*

IEC 60050-551-20:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 551-20: Power electronics – Harmonic analysis*

IEC 60364-1, *Low-voltage electrical installations – Part 1: Fundamental principles, assessment of general characteristics, definitions*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60700-1, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing*

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

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

IEC 61000-3-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems for equipment with rated current  $\leq 16$  A per phase and not subject to conditional connection*

IEC 61000-3-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-11: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems – Equipment with rated current  $\leq 75$  A and subject to conditional connection*

IEC 61000-3-12:2004, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-12: Limits – Limits for harmonic currents produced by equipment connected to public low-voltage systems with input current  $> 16$  A and  $\leq 75$  A per phase*

IEC 61000-4-7, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-7: Testing and measurement techniques – General guide on harmonics and interharmonics measurements and instrumentation, for power supply systems and equipment connected thereto*

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-2: Generic standards – Immunity for industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-3: Generic standards – Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-4: Generic standards – Emission standard for industrial environments*

IEC 61140, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

IEC 61204-3, *Low-voltage power supplies, d.c. output – Part 3: Electromagnetic compatibility (EMC)*

IEC 61204-7, *Low voltage power supplies, d.c. output – Part 7: Safety requirements*



IEC 61800-3, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: EMC requirements and specific test methods*

IEC 61800-5-1, *Adjustable speed electrical power drive systems – Part 5-1: Safety requirements – Electrical, thermal and energy*

IEC 61954, *Power electronics for electrical transmission and distribution systems – Testing of thyristor valves for static VAR compensators*

IEC/PAS 61975, *Guide to the specification and design evaluation of a.c. filters for HVDC systems*

IEC 62040-1, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 1: General and safety requirements for UPS*

IEC 62040-2, *Uninterruptible power systems (UPS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

IEC 62103, *Electronic equipment for use in power installations*

IEC 62310-1, *Static transfer systems (STS) – Part 1: General and safety requirements*

IEC 62310-2, *Static transfer systems (STS) – Part 2: Electromagnetic compatibility (EMC) requirements*

NOTE Some other IEC publications are quoted for information in the Bibliography.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	97
1 Domaine d'application et objet.....	99
2 Références normatives.....	99
3 Termes et définitions.....	101
3.1 Dispositifs à semiconducteurs et combinaisons.....	102
3.2 Bras et connexions.....	105
3.3 Commandabilité des bras de convertisseurs et quadrants de fonctionnement (côté continu).....	107
3.4 Commutation, extinction et circuits de commutation.....	109
3.5 Caractéristiques de commutation.....	111
3.6 Valeurs assignées.....	113
3.7 Tensions, courants et facteurs spécifiques.....	115
3.8 Refroidissement.....	118
3.9 Tolérances relatives aux conditions de service et compatibilité électromagnétique.....	119
3.10 Distorsion harmonique.....	121
3.11 Définitions afférentes à la coordination de l'isolement.....	125
4 Fonctionnement des équipements de conversion à semiconducteurs et des valves.....	128
4.1 Classification.....	128
4.1.1 Convertisseur à semiconducteurs.....	128
4.1.2 Valves à semiconducteurs.....	129
4.2 Principaux symboles littéraux et indices.....	129
4.3 Fonctionnement de base des convertisseurs à semiconducteurs.....	132
4.3.1 Commutation.....	132
4.3.2 Facteurs de calcul de base pour les convertisseurs à commutation par le réseau.....	134
4.3.3 Perturbations et conditions de panne.....	136
5 Conditions de service.....	137
5.1 Code d'identification du mode de refroidissement.....	137
5.2 Conditions d'environnement.....	138
5.2.1 Circulation de l'air ambiant.....	138
5.2.2 Conditions de service normales – Températures.....	139
5.2.3 Autres conditions de service normales.....	139
5.2.4 Conditions de service anormales.....	140
5.3 Caractéristiques de charge.....	140
5.4 Tolérances relatives aux conditions de service.....	141
5.4.1 Conditions de service en régime permanent et temporaire.....	141
5.4.2 Transitoires répétitifs et non répétitifs.....	143
6 Equipements et ensembles de conversion de puissance.....	144
6.1 Montages électriques.....	144
6.2 Facteurs de calcul.....	145
6.2.1 Variables essentielles.....	145
6.2.2 Pertes et rendement.....	148
6.2.3 Facteur de puissance.....	149
6.2.4 Variation de tension.....	149
6.3 Compatibilité électromagnétique.....	151
6.3.1 Harmoniques.....	151

6.3.2	Autres aspects CEM .....	152
6.4	Valeurs assignées .....	152
6.4.1	Généralités .....	152
6.4.2	Valeur assignée de la tension de sortie .....	153
6.4.3	Valeurs assignées du courant .....	153
6.5	Classes de service .....	154
6.5.1	Principes .....	154
6.5.2	Choix de la classe de service et de la valeur de courant assigné .....	155
6.5.3	Remarques particulières aux convertisseurs doubles .....	156
6.6	Marquages .....	157
6.6.1	Généralités .....	157
6.6.2	Plaque signalétique .....	157
7	Essais des blocs de valves et des équipements de conversion de puissance .....	158
7.1	Généralités .....	158
7.1.1	Méthodes d'essais .....	158
7.1.2	Types d'essais .....	158
7.1.3	Exécution des essais .....	159
7.2	Essais d'isolement .....	160
7.2.1	Généralités .....	160
7.2.2	Essais individuels d'isolement des équipements de conversion de puissance .....	161
7.2.3	Essais supplémentaires .....	164
7.3	Essai de fonctionnement .....	164
7.3.1	Essai à faible charge et essai de fonctionnement .....	164
7.3.2	Essai de courant assigné .....	165
7.3.3	Essai d'aptitude aux surcharges .....	165
7.3.4	Mesure de la régulation de tension propre .....	165
7.3.5	Mesure de la tension et du courant d'ondulation .....	165
7.3.6	Mesure des courants harmoniques .....	165
7.4	Pertes, température et facteur de puissance .....	166
7.4.1	Détermination des pertes de puissance dans les blocs et les équipements .....	166
7.4.2	Essai d'échauffement .....	167
7.4.3	Mesures du facteur de puissance .....	168
7.5	Auxiliaires et commande .....	168
7.5.1	Vérification des dispositifs auxiliaires .....	168
7.5.2	Vérification des propriétés des circuits de commande .....	168
7.5.3	Vérification des dispositifs de protection .....	168
7.6	Essais de compatibilité électromagnétique (CEM) .....	169
7.7	Mesure du bruit audible et essais supplémentaires .....	169
7.8	Tolérances .....	169
	Annexe A (normative) Harmoniques et interharmoniques .....	171
	Annexe B (informative) Environnement électrique – Rapport de court-circuit .....	175
	Annexe C (normative) Protection contre les chocs électriques et les risques énergétiques .....	179
	Bibliographie .....	182
	Index des définitions .....	185
	Figure 1 – Types de commutation .....	133

Figure 2 – Exemples d'angles .....	134
Figure 3 – Variation de tension .....	135
Figure 4 – Forme d'onde de tension c.a. ....	144
Figure B.1 – PCC, IPC, rapport de courant d'installation et $R_{SI}$ .....	177
Figure B.2 – PCC, IPC, rapport de courant d'installation et $R_{SC}$ .....	178
Tableau 1 – Liste des principaux indices.....	130
Tableau 2 – Symboles .....	130
Tableau 3 – Critères de performances .....	136
Tableau 4 – Milieu de refroidissement ou fluide réfrigérant .....	138
Tableau 5 – Mode de circulation .....	138
Tableau 6 – Limite de température du milieu de refroidissement applicable aux équipements en intérieur .....	139
Tableau 7 – Niveaux d'immunité en fonction de la fréquence et de l'amplitude de tension pour les connexions à tension c.a. rigide .....	142
Tableau 8 – Niveaux d'immunité en fonction du déséquilibre de tension pour les connexions à tension c.a. rigide.....	142
Tableau 9 – Niveaux d'immunité en fonction de la forme d'onde de tension pour les connexions à tension c.a. rigide.....	143
Tableau 10 – Montages et facteurs de calcul .....	147
Tableau 11 – Classes de service normalisées.....	155
Tableau 12 – Exemples de cycles de charge utilisés pour le choix des classes de service.....	156
Tableau 13 – Synthèse des essais.....	160
Tableau 14 – Tensions d'essai c.a. ou c.c. applicables aux équipements directement raccordés au secteur basse tension.....	163
Tableau 15 – Tensions d'essai c.a. ou c.c. applicables aux équipements directement raccordés au secteur haute tension .....	163
Tableau 16 – Tolérances .....	170

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS – EXIGENCES GÉNÉRALES ET CONVERTISSEURS COMMUTÉS PAR LE RÉSEAU –**

#### **Partie 1-1: Spécification des exigences de base**

#### 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 60146-1-1 a été établie par le comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition publiée en 1991, son Corrigendum 1 (1993) et son Amendement 1 (1996). Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Cette quatrième édition introduit cinq modifications principales:

- a) réédition de l'ensemble de la norme conformément aux directives en vigueur;
- b) corrections de définitions et ajouts de nouveaux termes, en particulier des termes concernant la CEM, la distorsion harmonique et la coordination de l'isolement;
- c) les tolérances relatives aux conditions de service ont été revues conformément à la série CEI 61000;

- d) les essais d'isolement ont été revus, en tenant compte de la coordination de l'isolement;
- e) ajout de trois annexes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22/146/FDIS	22/149/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Les principaux objectifs de la CEI 60146-1 sont les suivants.

Partie 1-1, CEI 60146-1-1, Spécification des exigences de base:

- établir les termes et les définitions de base;
- spécifier les conditions d'emploi qui ont une influence sur le dimensionnement;
- spécifier les exigences d'essai applicables aux convertisseurs et ensembles électroniques de puissance, ainsi qu'aux convertisseurs usuels (pour les convertisseurs spéciaux, voir la CEI/TR 60146-1-2);
- spécifier les exigences de fonctionnement de base;
- fournir les exigences d'emploi applicables aux convertisseurs de puissance à semiconducteurs.

Partie 1-2, CEI/TR 60146-1-2, Guide d'application:

- apporter des informations complémentaires relatives aux conditions d'essai et aux constituants, (par exemple: valves à semiconducteurs), lorsque ces informations sont requises pour leur utilisation dans les convertisseurs de puissance à semiconducteurs, pour compléter ou modifier les normes existantes;
- fournir des données utiles, des coefficients de calcul, des formules et des diagrammes utilisés dans la pratique des convertisseurs de puissance.

Partie 1-3, CEI 60146-1-3, Transformateurs et bobines d'inductance:

- fournir des informations supplémentaires sur les caractéristiques des transformateurs pour convertisseurs qui diffèrent de celles des transformateurs de puissance ordinaires. Pour tous les autres points, les règles spécifiées dans la CEI 60076 doivent s'appliquer aux transformateurs pour convertisseurs, dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec la présente Norme internationale.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60146 publiées sous le titre général *Convertisseurs à semiconducteurs* peut être trouvée sur le site Internet de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication 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.

# CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS – EXIGENCES GÉNÉRALES ET CONVERTISSEURS COMMUTÉS PAR LE RÉSEAU –

## Partie 1-1: Spécification des exigences de base

### 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale spécifie les exigences relatives aux caractéristiques de fonctionnement de tous les convertisseurs électroniques de puissance à semiconducteurs, ainsi que des commutateurs électroniques de puissance à semiconducteurs utilisant des valves électroniques, commandables et/ou non commandables.

Les valves électroniques comprennent principalement des dispositifs semiconducteurs, non commandables (c'est-à-dire des diodes de redressement) ou commandables (c'est-à-dire des thyristors, triacs, thyristors à blocage de grille et transistors de puissance). Les dispositifs commandables peuvent être à blocage inverse ou à conduction inverse et commandés par un courant, une tension ou par la lumière. Les dispositifs qui ne sont pas bistables sont supposés être utilisés en mode commuté.

La présente norme est prévue en premier lieu pour spécifier les exigences de base applicables aux convertisseurs en général, ainsi que les exigences applicables aux convertisseurs à commutation par le réseau, pour la conversion puissance alternative-continue ou vice versa. Certaines parties de la présente norme sont également applicables à d'autres types de convertisseur électronique de puissance sous réserve qu'il n'existe pas de normes de produits qui leur soient propres.

Ces exigences spécifiques relatives aux équipements s'appliquent aux convertisseurs de puissance à semiconducteurs qui, soit mettent en œuvre différents modes de conversion, soit utilisent différents types de commutation (par exemple convertisseurs autocommutés à semiconducteurs), soit correspondent à des applications particulières (par exemple convertisseurs à semiconducteurs pour moteurs c.c.), voire englobent diverses propriétés spécifiques (par exemple convertisseurs directs c.c. pour matériel roulant à traction électrique).

La présente norme est applicable à tous les convertisseurs de puissance non couverts par une norme de produits dédiée, ou si ladite norme ne couvre pas des caractéristiques particulières. Il convient que les normes de produits dédiées applicables aux convertisseurs de puissance se réfèrent à la présente Norme internationale.

NOTE 1 La présente norme n'est pas destinée à définir des exigences CEM. Elle couvre tous les phénomènes et introduit par conséquent des références à des normes dédiées applicables conformément à leur domaine d'application.

NOTE 2 Une grande partie de la présente norme, notamment pour les transformateurs de puissance, est traitée dans la CEI 61378-1.

### 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 60050-101:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 101: Mathématiques*

CEI 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 551: Electronique de puissance*

CEI 60050-551-20:2001, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 551-20: Electronique de puissance – Analyse harmonique*

CEI 60364-1, *Installations électriques à basse tension – Partie 1: Principes fondamentaux, détermination des caractéristiques générales, définitions*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1:2007, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

CEI 60700-1, *Valves à thyristors pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Essais électriques*

CEI 61000 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61000-2-2:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*

CEI 61000-2-4:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveau de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

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

CEI 61000-3-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-3: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension, pour les matériels ayant un courant assigné  $\leq 16$  A par phase et non soumis à un raccordement conditionnel*

CEI 61000-3-11, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-11: Limites – Limitation des variations de tension, des fluctuations de tension et du papillotement dans les réseaux publics d'alimentation basse tension – Equipements ayant un courant appelé  $\leq 75$  A et soumis à un raccordement conditionnel*

CEI 61000-3-12:2004, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 3-12: Limites – Limites pour les courants harmoniques produits par les appareils connectés aux réseaux publics basse tension ayant un courant appelé  $> 16$  A et  $\leq 75$  A par phase*

CEI 61000-4-7, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-7: Techniques d'essai et de mesure – Guide général relatif aux mesures d'harmoniques et d'interharmoniques, ainsi qu'à l'appareillage de mesure, applicable aux réseaux d'alimentation et aux appareils qui y sont raccordés*

CEI 61000-6-1, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-2, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-2: Normes génériques – Immunité pour les environnements industriels*



CEI 61000-6-3, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-3: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*

CEI 61000-6-4, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-4: Normes génériques – Norme sur l'émission pour les environnements industriels*

CEI 61140, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61204-3, *Alimentations basse tension, sortie continue – Partie 3: Compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 61204-7, *Alimentations basse tension, sortie continue – Partie 7: Exigences de sécurité*

CEI 61800-3, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 3: Exigences de CEM et méthodes d'essais spécifiques*

CEI 61800-5-1, *Entraînements électriques de puissance à vitesse variable – Partie 5-1: Exigences de sécurité – Electrique, thermique et énergétique*

CEI 61954, *Electronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution – Essais des valves à thyristors pour les compensateurs statiques d'énergie réactive*

IEC/PAS 61975, *Guide pour la spécification et l'évaluation de conception des filtres c.a. pour les réseaux CCHT*

CEI 62040-1, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 1: Exigences générales et règles de sécurité pour les ASI*

CEI 62040-2, *Alimentations sans interruption (ASI) – Partie 2: Exigences pour la compatibilité électromagnétique (CEM)*

CEI 62103, *Equipements électroniques utilisés dans les installations de puissance*

CEI 62310-1, *Systèmes de transfert statique (STS) – Partie 1: Exigences générales et règles de sécurité*

CEI 62310-2, *Systèmes de transfert statique (STS) – Partie 2: Exigences de compatibilité électromagnétique (CEM)*

NOTE D'autres publications de la CEI sont citées pour information dans la Bibliographie.