

**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

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

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

Figure 1 – Surtension maximale prévue en fonction de la durée de la transitoire	56
Figure 2 – Diagramme pour le calcul du facteur de dissymétrie de tension	74
Figure A.1 – Exemple de convertisseur de forte puissance	84
Figure A.2 – Circuit d'essai pour un élément de convertisseur	86
Figure A.3 – Chronogramme des impulsions de gâchette des thyristors.....	86
Tableau 1 – Niveaux d'immunité pour les raccordements à des sources de tension alternatives stables	52
Tableau 2 – Tolérances de tension continue	54
Tableau 3 – Taux d'ondulation relatif crête à crête	54
Tableau 4 – Essais	66
Tableau 5 – Tolérances sur les pertes et le rendement	78

	Page
Figure 1 – Maximum expected overvoltage versus duration.....	57
Figure 2 – Diagram for calculation of voltage unbalance factor	75
Figure A.1 – Example of a large converter	85
Figure A.2 – Test circuit of a converter assembly	87
Figure A.3 – Timing chart for GTO gate pulses	87
 Table 1 – Immunity levels for stiff a.c. voltage connections.....	 53
Table 2 – DC voltage tolerances	55
Table 3 – Relative peak-to-peak ripple factor	55
Table 4 – Test items	67
Table 5 – Tolerances of losses and efficiency	79

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS –

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

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60146-2 a été établie par le sous-comité 22B: Convertisseurs à semiconducteurs, du comité d'études 22 de la CEI: Electronique de puissance.

Cette deuxième édition de la CEI 60146-2 annule et remplace la première édition de la CEI 60146-2 parue en 1974 et la première édition de la CEI 60146-3 parue en 1977, et constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22B/126/FDIS	22B/129/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 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR CONVERTERS –

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

FOREWORD

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

International Standard IEC 60146-2 has been prepared by subcommittee 22B: Semiconductor converters, of IEC technical committee 22: Power electronics.

This second edition of IEC 60146-2 cancels and replaces the first edition of IEC 60146-2 published in 1974 and the first edition of IEC 60146-3 published in 1977, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
22B/126/FDIS	22B/129/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 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2005. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

Annex A is for information only.

The committee has decided that this publication remains valid until 2005. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60146 s'applique à tous les types de convertisseurs à semiconducteurs de type autocommuté, y compris aux convertisseurs de puissance qui comportent au moins une partie de type autocommuté: convertisseurs de courant alternatif, convertisseurs de courant continu indirects, convertisseurs de courant continu directs.

Les exigences de la CEI 60146-1-1 s'appliquent également aux convertisseurs autocommutés tant qu'elles ne sont pas en contradiction avec la présente norme. Dans le cas de certains usages spéciaux (alimentations sans interruption, entraînement alternatifs ou continus à vitesse variable et matériel électrique de traction), certaines exigences complémentaires peuvent être applicables.

NOTE Des restrictions d'essai peuvent s'appliquer dans le cas d'applications particulières, par exemple pour les convertisseurs de puissance réactive de forte puissance.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60146. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60146 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050-101:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 101: Mathématiques*

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

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

CEI 60146-1-1:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-1: Spécification des clauses techniques de base*
Amendement 2¹⁾

CEI 60146-1-2:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-2: Guide d'application*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

¹⁾ A publier.

SEMICONDUCTOR CONVERTERS –

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

1 Scope

This part of IEC 60146 applies to all types of semiconductor converters of the self-commutated type including power converters which contain at least one part of a self-commutated type, for example a.c. converters, indirect d.c. converters, direct d.c. converters.

The requirements of IEC 60146-1-1 apply also to self-commutated converters as far as they are not in contradiction with this standard. For some special applications, for example, uninterruptible power systems, variable speed a.c. and d.c. drives and electric traction equipment, additional standards may apply.

NOTE Test restrictions may apply to special applications, for example high-power reactive power converters.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60146. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this part of IEC 60146 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050-101:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 101: Mathematics*

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

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

IEC 60146-1-1:1991, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-1: Specifications of basic requirements*
Amendment 2¹⁾

IEC 60146-1-2:1991, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-2: Application guide*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

¹⁾ To be published.

CEI 60747-1:1983, *Dispositifs à semiconducteurs – Dispositifs discrets – Première partie: Généralités*

Amendement 3 (1996)

CEI 61000-2-2:1990, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 2: Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites basse fréquence et la transmission de signaux sur les réseaux publics d'alimentation à basse tension*

CEI 61000-2-4:1994, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2: Environnement – Section 4: Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

CEI 61000-4 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure*

CEI 61010-1:1990, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesurage, de régulation et de laboratoire – Partie 1: Prescriptions générales*

Amendement 1 (1992)

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60146, les termes et définitions donnés dans la CEI 60146-1-1 et dans la CEI 60050-551, dont certains sont repris ci-dessous, ainsi que les suivants sont applicables.

3.1 Fonctions des convertisseurs

3.1.1

conversion (électronique) (de puissance)

changement d'une ou de plusieurs caractéristiques d'un système électrique de puissance essentiellement sans perte de puissance notable, au moyen de valves électroniques

[VEI 551-11-02]

NOTE Ces caractéristiques sont par exemple la tension, le nombre de phases et la fréquence, y compris la fréquence nulle.

3.1.2

conversion (électronique) (de puissance) alternatif/continu

conversion électronique d'alternatif en continu ou vice versa

[VEI 551-11-05]

3.1.3

redressement (électronique) (de puissance)

conversion électronique d'alternatif en continu

[VEI 551-11-06]

3.1.4

fonctionnement onduleur

conversion électronique de continu en alternatif

[VEI 551-11-07]

3.1.5

conversion (électronique) (de puissance) de courant alternatif

conversion électronique d'alternatif en alternatif

[VEI 551-11-08]

IEC 60747-1:1983, *Semiconductor devices – Discrete devices – Part 1: General*
Amendment 3 (1996)

IEC 61000-2-2:1990, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 2: Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*

IEC 61000-2-4:1994, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2: Environment – Section 4: Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-4 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques*

IEC 61010-1:1990, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (1992)

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60146, the terms and definitions given in IEC 60146-1-1, in IEC 60050-551 (some of which are repeated below for convenience) and the following apply.

3.1 Functions of converters

3.1.1

(electronic) (power) conversion

change of one or more of the characteristics of an electric power system essentially without appreciable loss of power by means of electronic valve devices

[IEV 551-11-02]

NOTE Characteristics are, for example, voltage, number of phases and frequency including zero frequency.

3.1.2

(electronic) a.c./d.c. (power) conversion

electronic conversion from a.c. to d.c. or vice versa

[IEV 551-11-05]

3.1.3

(electronic) (power) rectification

electronic conversion from a.c. to d.c.

[IEV 551-11-06]

3.1.4

(electronic) (power) inversion

electronic conversion from d.c. to a.c.

[IEV 551-11-07]

3.1.5

(electronic) a.c. (power) conversion

electronic conversion from a.c. to a.c.

[IEV 551-11-08]

3.1.6

conversion (électronique) (de puissance) de courant continu

conversion électronique de continu en continu

[VEI 551-11-09]

3.1.7

conversion directe (de puissance)

conversion électronique sans liaison à courant continu ou alternatif

[VEI 551-11-10]

3.1.8

conversion indirecte (de puissance)

conversion électronique avec une ou plusieurs liaisons à courant continu ou alternatif

[VEI 551-11-11]

3.1.9

commutation

dans un convertisseur électronique de puissance, transfert du courant d'un bras conducteur dans le bras suivant sans interruption du courant, les deux bras conduisant simultanément pendant un intervalle de temps fini

[VEI 551-16-01]

3.1.10

tension de commutation

tension qui provoque la commutation de courant

[VEI 551-16-02]

3.1.11

commutation par le réseau

commutation externe dans laquelle la tension de commutation est fournie par le réseau

[VEI 551-16-12]

3.1.12

commutation autonome

commutation dans laquelle la tension de commutation est fournie par des composants inclus dans le convertisseur ou l'interrupteur électronique

[VEI 551-16-15]

3.1.13

commande de phase

processus consistant à faire varier l'instant de la période à partir duquel commence la conduction de courant dans une valve électronique ou dans un bras de valve

[VEI 551-16-23]

3.1.14

commande par impulsions

processus consistant à faire varier l'instant initial et/ou l'instant final d'une conduction de courant répétitive dans un bras principal

[VEI 551-16-27]

3.1.6**(electronic) d.c. (power) conversion**

electronic conversion from d.c. to d.c.

[IEV 551-11-09]

3.1.7**direct (power) conversion**

electronic conversion without a d.c. or a.c. link

[IEV 551-11-10]

3.1.8**indirect (power) conversion**

electronic conversion with one or more d.c. or a.c. link(s)

[IEV 551-11-11]

3.1.9**commutation**

in an electronic power converter the transfer of current from one conducting arm to the next to conduct in sequence, without interruption of the current, both arms conducting simultaneously during a finite time interval

[IEV 551-16-01]

3.1.10**commutating voltage**

the voltage which causes the current to commute

[IEV 551-16-02]

3.1.11**line commutation**

an external commutation where the commutating voltage is supplied by the line

[IEV 551-16-12]

3.1.12**self-commutation**

a commutation where the commutating voltage is supplied by components within the converter or the electronic switch

[IEV 551-16-15]

3.1.13**phase control**

the process of varying the instant within the cycle at which current conduction in an electronic valve device or a valve arm begins

[IEV 551-16-23]

3.1.14**pulse control**

the process of varying the starting or termination instants or both of a repeated current conduction in a principal arm

[IEV 551-16-27]

3.1.15

commande par durée d'impulsions

commande par impulsions à durée d'impulsion variable et à fréquence fixe

[VEI 551-16-28]

3.1.16

commande par impulsions à fréquence variable

commande par impulsions à fréquence variable et à durée fixe

[VEI 551-16-29]

3.1.17

commande à modulation de largeur d'impulsions

commande MLI (abréviation)

commande par impulsions dont la durée et/ou la fréquence sont modulées à l'intérieur de chaque période de la fondamentale pour engendrer une certaine forme d'onde en sortie

[VEI 551-16-30]

3.1.18

commande d'amorçage

commande qui provoque l'amorçage d'une valve à accrochage ou d'un bras composé de telles valves

[VEI 551-16-61]

3.1.19

amorçage

établissement du courant dans le sens de conduction dans une valve à accrochage ou dans un bras composé de telles valves

[VEI 551-16-62]

3.2 Types de convertisseurs

3.2.1

convertisseur (électronique) (de puissance)

ensemble fonctionnel assurant la conversion électronique de puissance, constitué d'une ou plusieurs valves électroniques, de transformateurs et de filtres si nécessaire et éventuellement d'accessoires

[VEI 551-12-01]

3.2.2

convertisseur autocommuté

convertisseur dont une partie au moins utilise une commutation autonome

NOTE Des termes similaires sont utilisés pour différents types de convertisseurs autocommutés, par exemple «convertisseur alternatif/continu autocommuté», «onduleur autocommuté», etc., si l'on veut mettre l'accent sur la caractéristique de commutation autonome.

3.2.3

convertisseur alternatif/continu

convertisseur électronique assurant un fonctionnement en redresseur ou en onduleur, ou les deux

[VEI 551-12-02]

3.1.15**pulse duration control**

pulse control at variable pulse duration and fixed frequency

[IEV 551-16-28]

3.1.16**pulse frequency control**

pulse control at variable frequency and fixed pulse duration

[IEV 551-16-29]

3.1.17**pulse width modulation control****PWM control (abbreviation)**

pulse control in which the pulse width or frequency or both are modulated within each fundamental period to produce a certain output waveform

[IEV 551-16-30]

3.1.18**triggering**

the control action to achieve firing of a latching valve device or an arm consisting of such devices

[IEV 551-16-61]

3.1.19**firing**

the establishment of current in the conducting direction in a latching valve device or an arm consisting of such devices

[IEV 551-16-62]

3.2 Types of converters**3.2.1****(electronic) (power) converter**

an operative unit for electronic power conversion, comprising one or more electronic valve devices, transformers and filters if necessary and auxiliaries if any

[IEV 551-12-01]

3.2.2**self-commutated converter**

a converter in which at least one part uses self-commutation

NOTE Similar terms are used for specific kinds of self-commutated converters, for example self-commutated a.c./d.c. converter, self-commutated inverter, etc., if the property of self-commutation is to be emphasized.

3.2.3**a.c./d.c. converter**

an electronic converter for rectification or inversion or both

[IEV 551-12-02]

3.2.4

convertisseur alternatif/continu imposant la tension

convertisseur alternatif/continu en source de tension

convertisseur électronique alternatif/continu assurant un lissage de tension côté continu, obtenu par exemple en présentant une impédance faible pour les courants harmoniques

[VEI 551-12-03]

3.2.5

convertisseur alternatif/continu imposant le courant

convertisseur alternatif/continu en source de courant

convertisseur électronique alternatif/continu assurant un lissage de courant côté continu, obtenu par exemple en mettant en oeuvre des moyens pour réduire les courants harmoniques

[VEI 551-12-04]

3.2.6

redresseur

convertisseur alternatif/continu assurant le redressement

[VEI 551-12-07]

3.2.7

onduleur

convertisseur alternatif/continu assurant un fonctionnement onduleur

[VEI 551-12-10]

3.2.8

onduleur à source de tension

onduleur alimenté par une source de tension imposée

[VEI 551-12-11]

3.2.9

onduleur à source de courant

onduleur alimenté par une source de courant imposé

[VEI 551-12-12]

3.2.10

convertisseur interagissant avec le réseau

convertisseur alternatif/continu fonctionnant en parallèle avec le réseau pour conditionner l'énergie fournie à un ou plusieurs consommateurs d'énergie ou, inversement, pour absorber, stocker et/ou restituer de l'énergie

3.2.11

convertisseur de puissance réactive

convertisseur destiné à la compensation de la puissance réactive, qui engendre ou consomme de la puissance réactive sans échange de puissance active à l'exception des pertes dans le convertisseur

[VEI 551-12-15]

3.2.12

convertisseur (de courant) alternatif

convertisseur assurant la conversion en alternatif

[VEI 551-12-17]

3.2.4**voltage stiff a.c./d.c. converter**

an electronic a.c./d.c. converter having an essentially smooth voltage on the d.c. side provided e.g. by a low impedance path for the harmonic currents

[IEV 551-12-03]

3.2.5**current stiff a.c./d.c. converter**

an electronic a.c./d.c. converter having an essentially smooth current on the d.c. side provided e.g. by means to reduce the harmonic currents

[IEV 551-12-04]

3.2.6**rectifier**

an a.c./d.c. converter for rectification

[IEV 551-12-07]

3.2.7**inverter**

an a.c./d.c. converter for inversion

[IEV 551-12-10]

3.2.8**voltage source inverter****voltage fed inverter**

a voltage stiff inverter

[IEV 551-12-11]

3.2.9**current source inverter****current fed inverter**

a current stiff inverter

[IEV 551-12-12]

3.2.10**line-interactive converter**

a.c./d.c. converter operating in parallel to the line to condition the energy supplied to one or more power consumer(s) or reversely by absorbing, storing and/or refeeding energy

3.2.11**reactive power converter**

a converter for reactive power compensation that generates or consumes reactive power without the flow of active power except for the power losses in the converter

[IEV 551-12-15]

3.2.12**a.c. converter**

a converter for a.c. conversion

[IEV 551-12-17]

3.2.13

convertisseur (de courant) alternatif direct

convertisseur de courant alternatif sans liaison intermédiaire en continu

[VEI 551-12-18]

3.2.14

convertisseur de courant alternatif indirect

convertisseur de courant alternatif avec liaison intermédiaire en continu

[VEI 551-12-19]

3.2.15

convertisseur de courant continu

convertisseur assurant la conversion du courant continu

[VEI 551-12-27]

3.2.16

convertisseur de courant continu direct

hacheur à courant continu

convertisseur de courant continu sans liaison intermédiaire en alternatif

[VEI 551-12-28]

3.2.17

convertisseur de courant continu indirect

convertisseur de courant continu avec liaison intermédiaire en alternatif

[VEI 551-12-29]

3.3 Constituants des circuits des convertisseurs

3.3.1

dispositif électronique

dispositif dont le fonctionnement repose sur le déplacement de porteurs de charge dans un semi-conducteur, dans un vide poussé ou dans une décharge gazeuse

[VEI 551-14-01]

3.3.2

valve électronique

dispositif électronique indivisible assurant la conversion électronique de puissance ou l'ouverture et la fermeture électronique d'un circuit électrique de puissance unique, comportant un trajet conducteur unidirectionnel, non commandable ou commandable de façon bistable

NOTE 1 Exemples typiques de valves électroniques: thyristors, diodes de redressement de puissance, transistors de commutation de puissance bipolaires ou à effet de champ, transistors bipolaires à grille isolée (IGBT).

NOTE 2 Plusieurs valves électroniques peuvent être intégrées sur une pastille de semi-conducteur (exemples: un thyristor et une diode de redressement dans un thyristor passant en inverse, un transistor de commutation de puissance à effet de champ avec sa diode inverse) ou assemblées dans un même boîtier (module de puissance à semiconducteur). Tous ces ensembles doivent être considérés comme des valves électroniques séparées.

[VEI 551-14-02]

3.2.13**direct a.c. converter**

an a.c. converter without a d.c. link

[IEV 551-12-18]

3.2.14**indirect a.c. converter**

an a.c. converter with a d.c. link

[IEV 551-12-19]

3.2.15**d.c. converter**

a converter for d.c. conversion

[IEV 551-12-27]

3.2.16**direct d.c. converter****d.c. chopper**

a d.c. converter without an a.c. link

[IEV 551-12-28]

3.2.17**indirect d.c. converter**

a d.c. converter with an a.c. link

[IEV 551-12-29]

3.3 Converter circuit components**3.3.1****electronic device**

a device the function of which is based on charge carriers moving through a semiconductor, a high vacuum or a gas discharge

[IEV 551-14-01]

3.3.2**electronic valve device**

an indivisible electronic device for electronic power conversion or electronic power switching, comprising a single non-controllable or bistably controlled unidirectionally conducting current path

NOTE 1 Typical electronic valve devices are thyristors, power rectifier diodes, power switching bipolar and field effect transistors and insulated-gate bipolar transistors (IGBTs).

NOTE 2 Two or more electronic valve devices may be integrated on a common semiconductor chip (examples: a thyristor and a rectifier diode in a reverse conducting thyristor, a power switching field effect transistor with its inverse diode) or packaged in a common case (semiconductor power module). These combinations are to be considered as consisting of separate electronic valve devices.

[IEV 551-14-02]

3.3.3

bloc de valves

groupement unitaire d'une ou plusieurs valves électroniques avec le ou les dispositifs de montage et accessoires éventuels correspondants

[VEI 551-14-12]

3.3.4

ensemble de valves

assemblage électrique et mécanique de valves électroniques ou de blocs de valves, comprenant tous ses moyens de raccordement et ses accessoires à l'intérieur de sa propre structure mécanique

NOTE Des termes similaires sont utilisés pour des blocs ou des ensembles comprenant des valves électroniques particulières, par exemple bloc de diodes (composé uniquement de diodes de redressement), ensemble de thyristors (composé de thyristors seuls ou combinés avec des diodes de redressement).

[VEI 551-14-13]

3.3.5

ensemble de convertisseur

combinaison électrique et mécanique de bras et d'autres constituants essentiels au fonctionnement du circuit de puissance principal d'un convertisseur, en particulier condensateur de la liaison en continu, réactances et circuits de commande de gâchette. En général, l'appareillage de commande n'est pas inclus

3.3.6

bras de valve

partie du circuit d'un convertisseur ou d'un interrupteur électronique de puissance limitée par deux bornes à courant alternatif ou à courant continu quelconques, et comprenant une ou plusieurs valves électroniques conduisant simultanément, connectées entre elles et éventuellement à d'autres constituants

[VEI 551-15-01]

3.3.7

circuit d'amortissement

circuit connecté à une ou plusieurs valves électroniques dans le but de la ou les soulager de contraintes telles que les surtensions transitoires, les pertes de commutation, la vitesse de croissance du courant ou de la tension trop élevée, etc.

NOTE On utilise également des termes spécifiques tels que «circuit d'amortissement RC», «circuit d'amortissement parallèle», «circuit d'amortissement côté alternatif», etc.

[VEI 551-14-17]

3.4 Propriétés importantes des convertisseurs et des valves électroniques

3.4.1

puissance fondamentale

puissance active déterminée par les composantes fondamentales de tension et de courant

[VEI 551-17-08]

3.4.2

puissance en courant continu

produit de la valeur moyenne de la tension continue par la valeur moyenne du courant continu

[VEI 551-17-09]

3.3.3**valve device stack**

a single structure of one or more electronic valve devices with its (their) associated mounting(s) and auxiliaries if any

[IEV 551-14-12]

3.3.4**valve device assembly**

an electrically and mechanically combined assembly of electronic valve devices or stacks, completed with all its connections and auxiliaries in its own mechanical structure

NOTE Similar terms are applied to stacks and assemblies comprising specific electronic valve devices, e.g. diode stack (rectifier diodes only), thyristor assembly (thyristors only or in combination with rectifier diodes).

[IEV 551-14-13]

3.3.5**converter assembly**

electrical and mechanical arrangement of arms and other components essential for the function of the main power circuit of a converter, especially the d.c. link capacitors, reactors and gate drivers. Usually the control equipment is not included

3.3.6**(valve) arm**

a part of the circuit of an electronic power converter or switch bounded by any two a.c. or d.c. terminals and including one or more simultaneously conducting electronic valve devices connected together and other components if any

[IEV 551-15-01]

3.3.7**snubber (circuit)**

a subcircuit connected to one or more electronic valve devices in order to relieve it (them) of stress as for instance overvoltage transients, switching losses, high rate of rise of current or voltage, etc.

NOTE Specified terms as for instance RC snubber, parallel snubber, a.c. side snubber, etc. are in use.

[IEV 551-14-17]

3.4 Important properties of converters and electronic valve devices**3.4.1****fundamental power**

the active power determined by the fundamental components of voltage and current

[IEV 551-17-08]

3.4.2**d.c. power**

the product of the direct voltage and the direct current (mean values)

[IEV 551-17-09]

3.4.3

facteur de conversion (en général)

rapport de la puissance active de sortie fondamentale ou de la puissance de sortie en continu à la puissance active d'entrée fondamentale ou à la puissance d'entrée en courant continu

[VEI 551-17-10]

3.4.4

facteur de puissance global

rapport de la puissance active à la puissance apparente

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.26.1]

3.4.5

facteur de déphasage

rapport de la puissance active des composantes fondamentales à leur puissance apparente

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.26.2]

3.4.6

facteur de déformation

rapport du facteur de puissance global au facteur de déphasage

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.26.3 modifiée]

3.4.7

rendement

rapport de la puissance utile à la puissance absorbée

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.24.2]

3.4.8

température virtuelle de jonction (d'une valve électronique)

température virtuelle de la jonction d'un dispositif à semiconducteurs

[CEI 60747-1, amendement 3, définition 5.2.5]

3.4.9

impédance thermique transitoire (d'une valve électronique)

terme générique désignant le quotient

- 1) la variation de température entre deux points ou deux régions spécifiées à la fin d'un intervalle de temps
par
- 2) la variation en échelon de la dissipation de puissance commençant au début de cet intervalle de temps et provoquant la différence de température

[CEI 60747-1, amendement 3, définition 5.3.7 modifiée]

3.5 Perturbations et compatibilité électromagnétique

3.5.1

perturbation électrique

toute variation d'un paramètre électrique au-delà de limites spécifiées, qui peut être la cause d'une réduction de performance, d'une interruption de service ou d'une détérioration

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.31]

3.4.3**conversion factor (in general)**

the ratio of the fundamental output active power or d.c. output power to the fundamental input active power or d.c. input power

[IEV 551-17-10]

3.4.4**total power factor**

ratio of the active power to the apparent power

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.26.1]

3.4.5**displacement factor**

ratio of the active power of the fundamental components to the apparent power of the fundamental components

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.26.2]

3.4.6**deformation factor**

ratio of the total power factor to the displacement factor

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.26.3 modified]

3.4.7**(power) efficiency**

ratio of the output active power to the input active power of the converter

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.24.2]

3.4.8**virtual junction temperature (of an electronic valve device)**

virtual temperature of the junction of a semiconductor device

[IEC 60747-1, amendment 3, definition 5.2.5]

3.4.9**transient thermal impedance (of an electronic valve device)**

generic term denoting the quotient of

- 1) the change in temperature difference between two specified points or regions at the end of a time interval
by
- 2) the step-function change in power dissipation beginning at that time interval and causing the change in temperature difference

[IEC 60747-1, amendment 3, definition 5.3.7]

3.5 Disturbances and electromagnetic compatibility**3.5.1****electrical disturbance**

any variation of an electrical quantity, beyond specified limits, which may be the cause of a loss of performance or an interruption of service or damage

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.31]

3.5.2

perturbation électromagnétique parasite

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 vivante ou inerte

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

[VEI 161-01-05]

3.5.3

émission (électromagnétique)

processus par lequel une source fournit de l'énergie électromagnétique vers l'extérieur

[VEI 161-01-08]

3.5.4

niveau d'émission (d'une source perturbatrice)

niveau d'une perturbation électromagnétique donnée, émise par un dispositif, un appareil ou un système particulier et mesurée d'une manière spécifiée

[VEI 161-03-11]

3.5.5

brouillage électromagnétique

trouble apporté au fonctionnement d'un appareil, d'une voie de transmission ou d'un système par une perturbation électromagnétique

[VEI 161-01-06]

3.5.6

compatibilité électromagnétique

CEM (abréviation)

aptitude d'un appareil ou d'un système à fonctionner dans son environnement électromagnétique de manière satisfaisante et sans produire lui-même des perturbations électromagnétiques intolérables pour tout ce qui se trouve dans cet environnement

[VEI 161-01-07]

3.5.7

niveau de compatibilité (électromagnétique)

niveau de perturbation spécifié pour lequel il doit exister une probabilité acceptable et élevée de compatibilité électromagnétique

[VEI 161-03-10 modifiée]

3.5.8

immunité (à une perturbation)

aptitude d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système à fonctionner sans dégradation en présence d'une perturbation électromagnétique

[VEI 161-01-20]

3.5.9

niveau d'immunité

niveau maximal d'une perturbation électromagnétique de forme donnée agissant sur un dispositif, un appareil ou un système particulier, pour lequel celui-ci demeure capable de fonctionner avec la qualité voulue

[VEI 161-03-14]

3.5.2**(electromagnetic) disturbance**

any electromagnetic phenomenon which may degrade the performance of a device, equipment or system, or adversely affect living or inert matter

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

[IEV 161-01-05]

3.5.3**(electromagnetic) emission**

phenomenon by which electromagnetic energy emanates from a source

[IEV 161-01-08]

3.5.4**emission level (of a disturbing source)**

level of a given electromagnetic disturbance emitted from a particular device, equipment or system, measured in a specified way

[IEV 161-03-11]

3.5.5**electromagnetic interference**

degradation of the performance of an equipment, transmission channel or system, caused by an electromagnetic disturbance

[IEV 161-01-06]

3.5.6**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]

3.5.7**(electromagnetic) compatibility level**

specified disturbance level at which an acceptable, high probability of electromagnetic compatibility should exist

[IEV 161-03-10 modified]

3.5.8**immunity (to a disturbance)**

ability of a device, equipment or system to perform without degradation in the presence of an electromagnetic disturbance

[IEV 161-01-20]

3.5.9**immunity level**

maximum level of a given electromagnetic disturbance incident on a particular device, equipment or system for which it remains capable of operating at a required degree of performance

[IEV 161-03-14 modified]

3.5.10

marge d'immunité

différence entre la limite d'immunité d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système et le niveau de compatibilité électromagnétique

[VEI 161-03-16]

3.5.11

niveau d'immunité d'un convertisseur

niveau spécifié de perturbation qu'un convertisseur est destiné à supporter sans subir de détérioration, de déclenchement ou de pertes de performances

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.32 modifiée]

3.5.11.1

symboles littéraux désignant les conséquences possibles d'un dépassement du niveau d'immunité d'un convertisseur

perte de performance	F (fonctionnel)
interruption de service due aux dispositifs de protection	T (disjonctif)
avarie permanente (sauf fusibles)	D (destructif)

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.32 modifiée]

3.5.12

dégradation (de fonctionnement)

écart non désiré des caractéristiques de fonctionnement d'un dispositif, d'un appareil ou d'un système par rapport aux caractéristiques attendues

NOTE Une dégradation peut être un défaut de fonctionnement temporaire ou permanent.

[VEI 161-01-19]

3.5.13

variation de tension

variation de la valeur efficace ou de la valeur crête d'une tension entre deux niveaux consécutifs qui se maintiennent de façon assez stable pendant des durées déterminées mais non spécifiées

[VEI 161-08-01]

3.5.14

déséquilibre de tension

dans un réseau d'énergie électrique polyphasé, état dans lequel les valeurs efficaces des tensions entre conducteurs ou les différences de phase entre conducteurs ne sont pas toutes égales

[VEI 161-08-09]

3.5.15

rapport de dissymétrie

différence entre la valeur la plus élevée et la valeur la plus basse des valeurs efficaces des composantes fondamentales dans un circuit alternatif triphasé, par rapport à la moyenne des valeurs efficaces entre trois phases des composantes fondamentales des courants ou des tensions, selon le cas

3.5.16

facteur de dissymétrie

rapport entre la composante inverse et la composante directe

3.5.10**immunity margin**

the difference between the immunity limit of a device, equipment or system and the electro-magnetic compatibility level

[IEV 161-03-16]

3.5.11**immunity level of a converter**

specified value of an electrical disturbance below which a converter is designed to meet the required performance or continue operation or avoid damage

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.32]

3.5.11.1**letter symbols for the possible consequences of exceeding the immunity level of a converter**

degradation of performance	F (functional)
interruption of operation due to protective devices	T (tripping)
permanent damage (fuses excepted)	D (damage)

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.32 modified]

3.5.12**degradation (of performance)**

undesired departure in the operational performance of any device, equipment or system from its intended performance

NOTE The term "degradation" can apply to temporary or permanent failure.

[IEV 161-01-19]

3.5.13**voltage change**

variation of the r.m.s. or peak value of a voltage between two consecutive levels sustained for definite but unspecified duration

[IEV 161-08-01]

3.5.14**voltage unbalance, voltage imbalance**

in a polyphase system, a condition in which the r.m.s. values of the phase voltages or the phase angles between consecutive phases are not all equal

[IEV 161-08-09]

3.5.15**unbalance ratio**

difference between the highest and the lowest r.m.s. values of the fundamental components in a three-phase a.c. system, referred to the average between three phases of the r.m.s. values of the fundamental components of the currents or voltages respectively

3.5.16**unbalance factor**

ratio of the negative sequence component to the positive sequence component

3.5.17

creux de tension

baisse brutale de la tension en un point d'un réseau d'énergie électrique, suivie d'un rétablissement de la tension après un court laps de temps de quelques périodes à quelques secondes

[VEI 161-08-10]

3.5.18

encoche de commutation

variation de tension, de durée courte par rapport à la période, qui peut se superposer à une tension alternative par suite du processus de commutation dans un convertisseur

[VEI 161-08-12]

3.5.19

tension d'ondulation (du côté du courant continu)

composante alternative de la tension du côté courant continu d'un convertisseur

[VEI 551-17-27]

3.5.20

facteur de forme en courant continu

rapport de la valeur efficace à la valeur moyenne, évaluées sur une période complète, d'une grandeur périodique ayant une composante continue non nulle

[VEI 551-17-28]

3.5.21

taux d'ondulation d'un courant continu

rapport de la demi-différence entre les valeurs maximale et minimale d'un courant continu pulsatoire à la valeur moyenne de ce courant

NOTE Pour les faibles valeurs du taux d'ondulation, cette grandeur est approximativement égale au rapport de la différence des valeurs maximale et minimale à leur somme.

[VEI 551-17-29]

3.5.22

taux d'ondulation relatif crête à crête

rapport entre la valeur crête à crête de l'ondulation et la composante continue de la quantité

3.5.23

analyse harmonique d'une tension et d'un courant alternatif

NOTE Des définitions valables pour un nouveau concept sont à l'étude. Entretemps, il convient de mentionner pour toutes les valeurs numériques données pour le taux d'harmoniques, la THF et la THD la méthode d'analyse utilisée.

3.5.23.1

série de Fourier

représentation d'une fonction périodique par la somme d'une constante, égale à la valeur moyenne de la fonction, et d'une série de termes sinusoïdaux dont les fréquences sont des multiples de la fréquence de la fonction

[VEI 101-13-08]

3.5.17**voltage dip**

a sudden reduction of the voltage at a point in an electrical system followed by voltage recovery after a short period of time from a few cycles to a few seconds

[IEV 161-08-10]

3.5.18**commutation notch**

voltage change, with a duration much shorter than the a.c. period, which may appear on an a.c. voltage due to a commutation process in a converter

[IEV 161-08-12]

3.5.19**ripple voltage (on the d.c. side)**

an a.c. voltage component of the voltage on the d.c. side of a converter

[IEV 551-17-27]

3.5.20**d.c. form factor**

the ratio of the r.m.s. value to the mean value averaged over a full period of a periodically varying quantity having a non-zero d.c. component

[IEV 551-17-28]

3.5.21**d.c. ripple factor**

the ratio of half the difference between the maximum and minimum value to the mean value of a pulsating direct current

NOTE With low values of the d.c. ripple factor, this quantity is approximately equal to the ratio of the difference to the sum of the maximum and the minimum value.

[IEV 551-17-29]

3.5.22**relative peak-to-peak ripple factor**

ratio of the peak-to-peak ripple value to the d.c. component of the quantity

3.5.23**harmonic analysis of the a.c. voltage and current**

NOTE Definitions valid for a new concept are under consideration. In the meantime, any numerical values given for the harmonic content, THF and THD should be characterized by the method of analysis used.

3.5.23.1**Fourier series**

representation of a periodic function by the sum of its mean value and a series of sinusoidal terms the frequencies of which are integral multiples of the frequency of the function

[IEV 101-13-08]

3.5.23.2

fondamental

composante fondamentale

se dit de la composante de rang 1 du développement en série de Fourier d'une grandeur périodique

[VEI 101-14-49]

3.5.23.3

résidu harmonique

grandeur obtenue en soustrayant d'une grandeur alternative son fondamental

[VEI 101-14-54]

3.5.23.4

taux d'harmoniques

THF (abréviation)

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique d'une grandeur alternative à la valeur efficace de cette grandeur

[VEI 101-14-55]

3.5.23.5

taux de distorsion harmonique totale

THD (abréviation)

rapport de la valeur efficace du résidu harmonique d'une grandeur alternative à la valeur efficace de la composante fondamentale de cette grandeur

[VEI 551-17-06]

3.5.23.6

taux de distorsion harmonique partielle

PHD (abréviation)

rapport de la valeur efficace de composantes harmoniques spécifiées à la valeur efficace du fondamental d'une grandeur alternative. Exemple pour le spectre entre les ordres 14 et 50:

$$PHD = \sqrt{\sum_{h=14}^{50} \left(\frac{Q_h}{Q_{1N}} \right)^2}$$

où Q est la grandeur alternative (tension ou courant)

3.5.23.7

distorsion harmonique individuelle

rapport de la valeur efficace d'une composante harmonique spécifiée à la valeur efficace du fondamental d'une grandeur alternative

3.6 Caractéristiques relatives à l'entrée et à la sortie

La direction du flux d'énergie est caractérisée par les termes **entrée** et **sortie**; pour les flux d'énergie réversibles, la direction principale de circulation définit l'entrée et la sortie. La définition de l'entrée et de la sortie est fixe pour le convertisseur et n'est pas modifiée en fonction de la circulation d'énergie et de l'application.

3.6.1

nature de la tension

tension continue ou tension alternative

3.5.23.2**fundamental (component)**

component of order 1 of the Fourier series of a periodic quantity

[IEV 101-14-49]

3.5.23.3**harmonic content**

quantity obtained by subtracting from an alternating quantity its fundamental component

[IEV 101-14-54]

3.5.23.4**(total) harmonic factor****THF (abbreviation)**

ratio of the r.m.s. value of the harmonic content of an alternating quantity to the r.m.s. value of the quantity

[IEV 101-14-55]

3.5.23.5**total harmonic distortion****THD (abbreviation)**

the ratio of the r.m.s. value of the harmonic content to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity

[IEV 551-17-06]

3.5.23.6**partial harmonic distortion****PHD (abbreviation)**

ratio of the r.m.s. value of specified harmonic components to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity. Example for the spectrum of orders 14 to 50:

$$\text{PHD} = \sqrt{\sum_{h=14}^{50} \left(\frac{Q_h}{Q_{1N}} \right)^2}$$

where Q is the alternating quantity (voltage or current)

3.5.23.7**individual harmonic distortion**

ratio of the r.m.s. value of one specified harmonic component to the r.m.s. value of the fundamental component of an alternating quantity

3.6 Characteristics related to input and output

The direction of energy flow is characterized by the words **input** and **output**; for reversible energy flow, the main direction flow will determine input and output. The definition of input and output is set to the converter and does not change with energy flow and application.

3.6.1**shape of voltage**

d.c. voltage or a.c. voltage

3.6.2 caractéristiques d'impédance

Compte tenu de la diversité des sources de tension et des charges possibles, les termes suivants sont proposés:

3.6.2.1

tension de machine électrique

tension produite par une machine en alternatif ou en continu. L'impédance est caractérisée par la nature et les paramètres de la machine

3.6.2.2

charge active

charge ayant sa propre force électromotrice, par exemple la tension d'une machine

3.6.2.3

charge passive

charge sans force électromotrice, mais avec des caractéristiques d'impédance

3.6.2.4

charge linéaire

charge décrite par une équation différentielle linéaire à coefficients constants

3.6.2.5

charge non linéaire

charge qui n'est pas une charge linéaire

3.6.3

entrée (du convertisseur)

partie du convertisseur par laquelle entre l'énergie électrique à convertir (dans des conditions de fonctionnement normales)

3.6.4

sortie (du convertisseur)

partie du convertisseur par laquelle sort l'énergie électrique après conversion (dans des conditions de fonctionnement normales)

NOTE Si l'énergie électrique circule de manière égale dans les deux directions, on peut permuter arbitrairement l'entrée et la sortie.

3.6.5

source continue ou alternative

source continue ou alternative (de tension ou de courant) qui est raccordée à l'entrée ou à la sortie d'un convertisseur et dont la valeur efficace, la fréquence et la forme d'onde ne peuvent pas être modifiées de manière importante par le convertisseur

3.6.6

alimentation

réseau électrique raccordé à l'entrée du convertisseur

3.6.7

charge

réseau électrique raccordé à la sortie du convertisseur

3.6.2 impedance characteristics

Because of the diversity of possible voltage sources and loads, the following groups are suggested:

3.6.2.1

electrical machine voltage

voltage produced by an a.c. or d.c. machine. The impedance is characterized by the kind and the parameters of the machine

3.6.2.2

active load

load with its own electromotive force (EMF), like a machine voltage

3.6.2.3

passive load

load without an electromotive force (EMF) but with an impedance characteristic

3.6.2.4

linear load

load that can be described by a linear differential equation with constant coefficients

3.6.2.5

non-linear load

load other than a linear load

3.6.3

(converter) input

part of a converter where the electrical power to be converted goes in (under normal operation conditions)

3.6.4

(converter) output

part of a converter where the converted electrical power goes out (under normal operation conditions)

NOTE If power flows equally in both directions, input and output may be arbitrarily assigned.

3.6.5

stiff d.c. or a.c. source

d.c. or a.c. source (voltage or current) which is connected to the converter input or output, the r.m.s. value, frequency and wave shape of which cannot be substantially influenced by the converter

3.6.6

supply

electrical system which is connected to the converter input

3.6.7

load

electrical system which is connected to the converter output

3.6.8

surtension transitoire d'alimentation

pointe de tension instantanée qui peut apparaître sur les lignes d'alimentation du convertisseur, celui-ci étant débranché

3.6.9

énergie transitoire d'alimentation

énergie que le système d'alimentation, soumis à une variation transitoire, est capable de fournir aux bornes auxquelles le convertisseur doit être raccordé

3.6.10

inductance d'alimentation

inductance de la ligne d'alimentation du convertisseur lorsque celui-ci est débranché

3.6.11

impédance d'entrée

impédance présentée par le convertisseur à l'alimentation dans des conditions spécifiées

3.6.12

courant de démarrage (à l'entrée)

valeur maximale instantanée du courant d'entrée du convertisseur lors de la mise en marche de celui-ci

3.6.13

courant de court-circuit dynamique de sortie

courant transitoire continu ou alternatif circulant à partir du convertisseur dans un court-circuit entre ses bornes de sortie

3.6.14

impédance de sortie

impédance présentée à la charge par le convertisseur pour des fréquences spécifiées

[voir 3.6.11, 3.6.15]

3.6.15

impédance de charge

impédance présentée par la charge au convertisseur dans des conditions spécifiées

3.6.16

modulation périodique de la tension de sortie

variation périodique de l'amplitude de la tension de sortie à des fréquences inférieures à la fréquence fondamentale de sortie

3.6.17

modulation périodique de la fréquence

variation périodique de la fréquence de sortie autour de sa valeur assignée

3.6.18

déviations instantanées de la tension

différence instantanée entre la tension instantanée réelle et la valeur correspondante de l'onde non perturbée

NOTE L'amplitude de la déviation instantanée de la tension s'exprime en pourcentage ou par unité par rapport à la valeur crête de la tension non perturbée.

3.6.8**supply transient overvoltage**

peak instantaneous voltage that may appear between the input lines to the converter with the converter disconnected

3.6.9**supply transient energy**

energy which the supply system during a transient is capable to deliver at the terminals to which the converter is to be connected

3.6.10**supply inductance**

inductance in the input lines to the converter with the converter disconnected

3.6.11**input impedance**

impedance presented by the converter to the supply under specified conditions

3.6.12**(input) inrush current**

maximum instantaneous value of the input current to the converter when energizing the converter

3.6.13**dynamic short-circuit output current**

transient d.c. or a.c. current which flows from the converter into a short circuit across the output terminals

3.6.14**output impedance**

impedance presented by the converter to the load under specified conditions

[see 3.6.11, 3.6.15]

3.6.15**load impedance**

impedance presented by the load to the converter under specified conditions

3.6.16**periodic output voltage modulation**

periodic variation of output voltage amplitude at frequencies less than the fundamental output frequency

3.6.17**periodic frequency modulation**

periodic variation of the output frequency from its rated value

3.6.18**instantaneous voltage deviation**

instantaneous difference between the actual instantaneous voltage and the corresponding value of the undisturbed waveform

NOTE Instantaneous voltage deviation amplitude is expressed in per cent or per unit referred to the peak value of the undisturbed voltage.

3.6.19

bande de tolérance

pour les alimentations stabilisées, plage des valeurs que peut prendre en régime permanent une grandeur de sortie stabilisée, comprise entre des limites spécifiées d'écart à partir d'une valeur prédéterminée, par exemple une valeur assignée

[VEI 551-19-07]

3.7 Définitions des valeurs assignées

3.7.1

valeur assignée

valeur spécifiée des grandeurs électriques, thermiques, mécaniques ou climatiques, assignée par le constructeur pour définir les conditions de service dans lesquelles on peut s'attendre à un fonctionnement satisfaisant d'une valve électronique, d'un bloc ou d'un convertisseur

[CEI 60146-1-1:1991, définition 1.5.22.1 modifiée]

NOTE 1 Contrairement à beaucoup d'autres constituants électriques, les dispositifs à semiconducteurs peuvent être endommagés de manière irréversible même en cas de fonctionnement très court dans des conditions dépassant les valeurs maximales assignées.

NOTE 2 Il convient que les variations des valeurs assignées soient spécifiées. Certaines des valeurs mentionnées sont des valeurs limites. Ces valeurs limites peuvent être soit des valeurs maximales, soit des valeurs minimales.

3.7.2

tension d'entrée d'alimentation continue assignée

valeur moyenne spécifiée de la tension continue entre les bornes d'entrée du convertisseur

3.7.3

tension d'entrée d'alimentation alternative assignée

valeur efficace spécifiée de la composante fondamentale de la tension alternative entre les bornes d'entrée du convertisseur

3.7.4

fréquence d'entrée d'alimentation assignée

fréquence spécifiée de la tension d'alimentation alternative assignée

3.7.5

courant d'entrée assigné

valeur moyenne maximale du courant continu ou valeur efficace maximale du courant alternatif fourni à l'entrée dans des conditions prenant en compte la combinaison la plus contraignante de tous les autres paramètres à l'intérieur des limites spécifiées

3.7.6

puissance active d'entrée assignée

puissance active totale circulant à l'entrée dans des conditions prenant en compte la combinaison la plus contraignante de tous les autres paramètres à l'intérieur des limites spécifiées

3.7.7

puissance apparente d'entrée assignée

puissance apparente totale circulant à l'entrée dans des conditions prenant en compte la combinaison la plus contraignante de tous les autres paramètres à l'intérieur des limites spécifiées

3.6.19**tolerance band**

with stabilized power supplies the range of steady-state values of a stabilized output quantity lying between specified limits of deviation from a pre-set value, e.g. a nominal value

[IEV 551-19-07]

3.7 Definitions of rated values**3.7.1****rated value**

specified value for the electrical, thermal, mechanical and environmental quantities assigned by the supplier to define the operating conditions under which a valve device, stack, assembly or converter is expected to give satisfactory service

[IEC 60146-1-1:1991, definition 1.5.22.1 modified]

NOTE 1 Unlike many other electrical components, semiconductor devices may be irreparably damaged even within very short time of operation in excess of maximum rated values.

NOTE 2 Variations of rated values should be specified. Some of the values assigned are limiting values. These limiting values may be either maximum or minimum values.

3.7.2**rated input d.c. supply voltage**

specified average value of the d.c. voltage between the converter input terminals

3.7.3**rated input a.c. supply voltage**

specified r.m.s. value of the fundamental component of the a.c. voltage between the converter input terminals

3.7.4**rated input supply frequency**

specified frequency of the rated a.c. supply voltage

3.7.5**rated input current**

maximum average value of the d.c. current or the maximum r.m.s. value of the a.c. current delivered to the input under conditions taking into account the most onerous combinations of all other parameters within their specified ranges

3.7.6**rated active input power**

total active power flowing to the input under conditions taking into account the most onerous combinations of all other parameters within their specified ranges

3.7.7**rated apparent input power**

total apparent power flowing to the input under conditions taking into account the most onerous combinations of all other parameters within their specified ranges

3.7.8

tension de sortie assignée

valeur spécifiée au courant de sortie assigné de la tension continue de sortie ou de la tension alternative efficace de sortie entre les bornes de sortie du convertisseur

3.7.9

courant de sortie assigné

valeur de courant continu de sortie ou valeur efficace du fondamental du courant alternatif de sortie, spécifiée par le constructeur dans des conditions de charge et de service données. Elle peut être désignée comme la valeur cent pour cent à laquelle sont comparées toutes les autres valeurs du courant de sortie

Si la valeur efficace du courant total de sortie est spécifiée, il convient que ce choix soit mentionné

3.7.10

puissance de sortie assignée en continu

puissance en continu disponible aux bornes de sortie dans les conditions spécifiées dans cette norme et dans les limites de fonctionnement définies par le constructeur

3.7.11

puissance de sortie assignée en alternatif

puissance fondamentale disponible aux bornes de sortie dans les conditions spécifiées par cette norme et dans les limites de fonctionnement définies par le constructeur

3.7.12

puissance apparente en sortie assignée

puissance apparente totale disponible aux bornes de sortie dans des conditions de charge spécifiées

3.7.13

fréquence de sortie assignée

fréquence spécifiée de la tension de sortie alternative

3.7.14

tension assignée d'isolement

RIV (abréviation)

valeur de tension de tenue définie par le constructeur pour un appareil ou une partie de celui-ci, caractérisant la capacité de tenue spécifiée (à long terme) de son isolation

[CEI 60664-1:1992, définition 1.3.9.1 modifiée]

3.8 Définitions relatives au refroidissement

Se reporter à 1.5.29 de la CEI 60146-1-1.

3.9 Définitions relatives aux températures

Se reporter à 1.5.30 de la CEI 60146-1-1.

3.10 Définitions relatives aux essais

3.10.1

essais de type, (essai de la conception)

Se reporter à 4.1.1 de la CEI 60146-1-1.

3.7.8**rated output voltage**

specified value at rated output current of the d.c. output voltage or the r.m.s. value of the a.c. output voltage between the output terminals of the converter

3.7.9**rated output current**

d.c. output current or the r.m.s. value of the fundamental component of the a.c. output current, specified by the supplier for specified load and service conditions. It may be referred to as the 100 per cent value to which other values of output current are compared

If the r.m.s. value of the total a.c. output current is specified, this should be indicated

3.7.10**rated d.c. output power**

d.c. power from the output terminals under the conditions as specified in this standard and within the operating limitations assigned to it by the supplier

3.7.11**rated a.c. output power**

fundamental power from the output terminals under the conditions as specified in this standard and within the operating limitations assigned to it by the supplier

3.7.12**rated apparent output power**

total apparent power from the output terminals for specified load conditions

3.7.13**rated output frequency**

specified frequency of the a.c. output voltage

3.7.14**rated insulation voltage****RIV (abbreviation)**

withstand voltage value assigned by the supplier to the equipment or to a part of it, characterizing the specified (long-term) withstand capability of its insulation

[IEC 60664-1:1992, definition 1.3.9.1 modified]

3.8 Definitions related to cooling

Refer to 1.5.29 of IEC 60146-1-1.

3.9 Definitions related to temperature

Refer to 1.5.30 of IEC 60146-1-1.

3.10 Definitions related to tests**3.10.1****type test, (design test)**

Refer to 4.1.1 of IEC 60146-1-1.

3.10.2

essais individuels

Se reporter à 4.1.2 de la CEI 60146-1-1.

3.10.3

essai facultatif

essai de type ou essai individuel exigé par les spécifications particulières d'un appareil

4 Indices supplémentaires et symboles littéraux

Pour les besoins de la présente norme, sauf spécification contraire, la liste des symboles littéraux et des indices de 1.4 de la CEI 60146-1-1 ainsi que les indices et symboles suivants s'appliquent.

Premier indice

- E entrée du convertisseur
- S sortie du convertisseur

Second indice

- a grandeur alternative
- d grandeur continue
- 1 composante fondamentale
- h composante harmonique d'ordre h
- H résidu harmonique

Troisième indice

- N valeur assignée
- m valeur maximale
- min valeur minimale

Si un indice est absent, les autres se décalent de manière correspondante.

Symboles littéraux supplémentaires

Paragraphe

U_{EdN}	tension d'alimentation continue assignée	3.7.2
U_{E1N}	tension d'alimentation alternative assignée (composante fondamentale)	3.7.3
f_{EN}	fréquence d'alimentation assignée	3.7.4
I_{EdN}	courant continu d'entrée assigné	3.7.5
I_{EaN}	courant alternatif d'entrée assigné	3.7.5
P_{EN}	puissance active d'entrée assignée	3.7.6
S_{EN}	puissance apparente d'entrée assignée	3.7.7
U_{SdN}	tension continue de sortie assignée	3.7.8
U_{SaN}	tension alternative de sortie assignée	3.7.8
I_{SdN}	courant continu de sortie assigné	3.7.9
I_{SaN}	courant alternatif de sortie assigné	3.7.9
P_{SdN}	puissance continue de sortie assignée	3.7.10
P_{S1N}	puissance alternative de sortie assignée (composante fondamentale)	3.7.11
S_{SaN}	puissance apparente de sortie assignée	3.7.12
f_{SN}	fréquence de sortie assignée	3.7.13

3.10.2 routine test

Refer to 4.1.2 of IEC 60146-1-1.

3.10.3 optional test

type test or routine test required by the individual equipment specifications

4 Additional subscripts and letter symbols

The list of letter symbols and subscripts in 1.4 of IEC 60146-1-1 applies to this standard unless otherwise stated. The following are additional subscripts and symbols.

First subscript

- E converter input
- S converter output

Second subscript

- a a.c. quantity
- d d.c. quantity
- 1 fundamental component
- h harmonic component of order h
- H harmonic content

Third subscript

- N rated value
- m maximum value
- min minimum value

If a subscript is absent the others are moved up in this sequence.

Additional letter symbols	Subclause
U_{EdN} rated d.c. supply voltage	3.7.2
U_{E1N} rated a.c. supply voltage (fundamental component)	3.7.3
f_{EN} rated supply frequency	3.7.4
I_{EdN} rated d.c. input current	3.7.5
I_{EaN} rated a.c. input current	3.7.5
P_{EN} rated active input power	3.7.6
S_{EN} rated apparent input power	3.7.7
U_{SdN} rated d.c. output voltage	3.7.8
U_{SaN} rated a.c. output voltage	3.7.8
I_{SdN} rated d.c. output current	3.7.9
I_{SaN} rated a.c. output current	3.7.9
P_{SdN} rated d.c. output power	3.7.10
P_{S1N} rated a.c. output power (fundamental component)	3.7.11
S_{SaN} rated apparent output power	3.7.12
f_{SN} rated output frequency	3.7.13

5 Conditions de service

Dans certains des paragraphes suivants, il est indiqué que les conditions de service «doivent être spécifiées». Cette expression est à interpréter de la manière suivante.

- Avec les appareils de forte puissance fabriqués pour un utilisateur donné ou ceux fabriqués en série en vue d'une application spécifique, et souvent également pour un acheteur particulier, il existera un contrat dans lequel l'acheteur spécifiera les conditions de service exigées.
- Avec les appareils fabriqués en série pour différentes applications et différents acheteurs, le fournisseur doit spécifier la gamme de conditions de service pour laquelle l'appareil est conçu. C'est à l'acheteur de vérifier que ses conditions de service sont prises en compte et à demander conseil au fournisseur si ce n'est pas le cas.

5.1 Code d'identification des méthodes de refroidissement

Se reporter à 2.1 de la CEI 60146-1-1.

5.2 Conditions climatiques

5.2.1 Circulation de l'air ambiant

Se reporter à 2.2.1 de la CEI 60146-1-1.

5.2.2 Conditions de service normales

Les limites suivantes s'appliquent, sauf spécifications contraires.

5.2.2.1 Températures de stockage et de transport

Minimum: –25 C

Maximum: +55 C

Ces limites s'appliquent lorsque le liquide de refroidissement est vidangé.

NOTE En cas de stockage à basse température, il convient de prendre des précautions pour éviter la condensation d'humidité sur l'appareil afin d'empêcher les risques de dégradation dus au gel de cette humidité.

5.2.2.2 Fonctionnement comportant des périodes hors charge, appareil installé à l'intérieur

Se reporter à 2.2.2.2 de la CEI 60146-1-1.

5.2.2.3 Fonctionnement comportant des périodes hors charge, appareil installé à l'extérieur

Se reporter à 2.2.2.3 de la CEI 60146-1-1.

5.2.3 Conditions climatiques exceptionnelles de service et règles de construction

Les conditions de service sont supposées être celles mentionnées dans les conditions de service normal. La liste ci-dessous présente des exemples de conditions de service exceptionnelles qui doivent faire l'objet d'un accord particulier entre l'acheteur et le fournisseur (voir 2.2.3 de la CEI 60146-1-1):

- a) contraintes mécaniques exceptionnelles, par exemple chocs et vibrations;
- b) eau de refroidissement pouvant provoquer de la corrosion ou des obstructions, comme de l'eau de mer ou de l'eau calcaire;

5 Service conditions

In some of the following subclauses, it is stated that service conditions "should be specified". This formulation is to be understood as follows.

- For large equipment produced for a specific user, and for equipment produced in large quantities for a special application and often also for a specific purchaser, there will be a contract in which the purchaser specifies the required service conditions.
- For equipment produced in series for a variety of applications and purchasers, the supplier shall specify the range of service conditions for which the equipment is designed. It is then up to the purchaser to check whether his conditions are covered and ask the supplier for advice if it is not so.

5.1 Code of identification for cooling methods

Refer to 2.1 of IEC 60146-1-1.

5.2 Environmental conditions

5.2.1 Ambient air circulation

Refer to 2.2.1 of IEC 60146-1-1.

5.2.2 Normal service conditions

The following limits shall apply unless otherwise specified.

5.2.2.1 Storage and transport temperatures

Minimum: –25 °C

Maximum: +55 °C

These limits apply with cooling liquid removed.

NOTE In the case of storage at low temperature, precautions should be taken to avoid condensation of moisture in the apparatus to prevent the risk of damage by freezing of the moisture.

5.2.2.2 Operation including off-load periods, indoor equipment

Refer to 2.2.2.2 of IEC 60146-1-1.

5.2.2.3 Operation including off-load periods, outdoor equipment

Refer to 2.2.2.3 of IEC 60146-1-1.

5.2.3 Unusual environmental service conditions and design considerations

The service conditions are assumed to be those listed under normal service conditions. The following list is an example of unusual service conditions that shall be subject to special agreement between purchaser and supplier (see 2.2.3 of IEC 60146-1-1):

- a) unusual mechanical stresses, for example shocks and vibrations;
- b) cooling water which may cause corrosion or obstruction, for example sea or hard water;

- c) particules étrangères dans l'air ambiant, par exemple présence anormale de saletés ou de poussières;
- d) air salin (proximité de la mer), ruissellement d'eau ou gaz corrosifs;
- e) exposition à la vapeur ou aux vapeurs d'huile;
- f) exposition à des mélanges explosifs de poussières ou de gaz;
- g) exposition à des radiations radioactives;
- h) valeurs élevées de l'humidité relative et de la température similaires à celles associées aux conditions climatiques tropicales ou subtropicales;
- i) fluctuations de température supérieures à 5 K/h et variations d'humidité relative supérieures à 0,05 p.u./h;
- j) fonctionnement à des températures ambiantes inférieures à +5 °C avec un refroidissement à eau;
- k) fonctionnement à des températures ambiantes inférieures à –5 °C avec un refroidissement à huile;
- l) altitude supérieure à 1 000 m (voir la CEI 61010-1, amendement 1, tableau D.17 et tableau D.19 pour le facteur de correction des distances d'isolement en fonction de l'altitude);
- m) températures de stockage ou de transport inférieures à –25 °C ou supérieures à +55 °C;
- n) autres conditions de service exceptionnelles non prises en compte par cette liste ou conditions de service dépassant les limites spécifiées des conditions de service normal.

5.3 Conditions électriques de service

Se reporter à 2.3 de la CEI 60146-1-1.

5.3.1 Spécification de l'environnement électrique

Se reporter à 2.3.1 de la CEI 60146-1-1.

5.3.2 Conditions sur site inconnues

Se reporter à 2.3.2 de la CEI 60146-1-1.

5.4 Caractéristiques de la charge

Se reporter à 2.4 de la CEI 60146-1-1.

5.5 Spécifications d'immunité

Sauf spécifications contraires, le convertisseur doit être construit de manière à répondre aux spécifications d'immunité aux perturbations conduites spécifiées par les règles suivantes.

Les niveaux de perturbation correspondant aux niveaux d'immunité prennent en compte les effets des perturbations du convertisseur, mais si le convertisseur provoque une amélioration des valeurs des perturbations, les niveaux de perturbations doivent exclure les effets correspondants du convertisseur.

Pour différents raccordements en alternatif ou en continu, différentes classes d'immunité peuvent être spécifiées, ainsi que des niveaux particuliers d'immunité.

Si aucune classe d'immunité n'est spécifiée, la classe B doit être présumée applicable.

- c) foreign particles in the ambient air, for example abnormal dirt and dust;
- d) salt air (proximity to the sea), dripping water or corrosive gases;
- e) exposure to steam or oil vapour;
- f) exposure to explosive mixture of dust or gases;
- g) exposure to radioactive radiation;
- h) high value of relative humidity and temperature similar to those associated with sub-tropical or tropical climatic conditions;
- i) temperature fluctuations exceeding 5 K/h and relative humidity changes exceeding 0,05 p.u./h;
- j) operation at ambient temperatures below +5 °C with water cooling;
- k) operation at ambient temperatures below –5 °C with oil cooling;
- l) altitude more than 1 000 m (see IEC 61010-1 amendment 1, table D.17 and table D.19 for altitude correction factor for clearances);
- m) storage and transport below –25 °C or above +55 °C;
- n) other unusual service conditions not covered by this list or service conditions exceeding the specified limits of normal service conditions.

5.3 Electrical service conditions

Refer to 2.3 of IEC 60146-1-1.

5.3.1 Electrical environment specification

Refer to 2.3.1 of IEC 60146-1-1.

5.3.2 Unknown site conditions

Refer to 2.3.2 of IEC 60146-1-1.

5.4 Character of the load

Refer to 2.4 of IEC 60146-1-1.

5.5 Immunity requirements

Unless otherwise specified, the converter shall be designed to conform to the requirements for immunity to conducted disturbances specified by the following determinations.

Disturbance levels corresponding to the immunity levels include the disturbance effects of the converter; but if the converter improves the disturbance values, the disturbance levels shall exclude the corresponding effects of the converter.

For different a.c. or d.c. connections, different immunity classes or special immunity levels may be specified.

If no immunity class is specified, class B shall be assumed to apply.

5.5.1 Alimentation en alternatif

Pour le raccordement à une source de tension stable, les conditions de service électriques font référence à la CEI 61000-2-4. La CEI 61000-2-2 est prise en considération.

Pour des informations sur les effets perturbateurs provoqués par les convertisseurs commutés par le réseau, voir également la CEI 60146-1-2.

Les classes d'immunité A, B, C définies dans le présent paragraphe correspondent aux classes définies dans la CEI 60146-1-1.

Classe d'immunité A Les niveaux d'immunité de la classe A correspondent aux niveaux de compatibilité de la classe 3 de la CEI 61000-2-4, à l'exception des creux et cou pures de faible durée (qui ne sont pas tolérables pour la plupart des convertisseurs), et aux niveaux d'immunité complémentaires définis dans le tableau 1.

Classe d'immunité B Les niveaux d'immunité de la classe B correspondent aux niveaux de compatibilité de la classe 2 de la CEI 61000-2-4, à l'exception des creux et coupures de faible durée (qui ne sont pas tolérables pour la plupart des convertisseurs), et aux niveaux d'immunité complémentaires définis dans le tableau 1.

Classe d'immunité C Les niveaux d'immunité de la classe C correspondent aux niveaux de compatibilité de la classe 1 de la CEI 61000-2-4, à l'exception des creux de faible durée (qui ne sont pas tolérables pour la plupart des convertisseurs), et aux niveaux d'immunité complémentaires définis dans le tableau 1.

Il convient que les écarts par rapport aux niveaux d'immunité définis et aux niveaux d'immunité complémentaires soient spécifiés pour chaque appareil et chaque application.

5.5.1 AC supply

For connected stiff voltages, the electric service conditions refer to IEC 61000-2-4. IEC 61000-2-2 is taken into consideration.

For guidance on disturbance effects caused by line-commutated converters, see also IEC 60146-1-2.

The immunity classes A, B, C defined in this subclause correspond to the classes defined in IEC 60146-1-1.

Immunity class A	The immunity levels of class A are the compatibility levels of class 3 of IEC 61000-2-4 excluding short time dips and interruptions (which are not admissible at most converters) and additional immunity levels defined in table 1.
Immunity class B	The immunity levels of class B are the compatibility levels of class 2 of IEC 61000-2-4 excluding short time dips and interruptions (which are not admissible at most converters) and additional immunity levels defined in table 1.
Immunity class C	The immunity levels of class C are the compatibility levels of class 1 of IEC 61000-2-4 excluding short time dips (which are not admissible at most converters) and additional immunity levels defined in table 1.

Deviations from the defined immunity levels and additional immunity levels should be specified for the individual equipment and application.

Tableau 1 – Niveaux d'immunité pour les raccordements à des sources de tension alternatives stables

Perturbation	Valeurs de la CEI 61000-2-4 applicables (dans le tableau)	Classe d'immunité			Conséquences possibles en cas de dépassement ¹⁾
		A	B	C	
Tolérance en fréquence					
intervalle (%)	Tableau 1	±2	±1	±1	F
vitesse de variation (%/s)	–	±2	±1	±1	F
Tolérances d'amplitude de la tension					
a) régime établi $\Delta U/U_N$ (%)	Tableau 1	+10, –15	±10	±8	F
b) courte durée (0,5 à 30 cycles) jusqu'aux valeurs assignées					
– fonctionnement en redresseur uniquement (%)	–	±15	+15, –10	+15, –10	T
– fonctionnement en onduleur (%)	–	±15	+15, –10	+15, –8	
NOTE 1 On suppose qu'une diminution de la fréquence ne coïncide pas avec une augmentation de la tension secteur ou vice versa.					
NOTE 2 Pour les conditions de surcharge, d'autres limites doivent être spécifiées séparément.					
NOTE 3 Pour certaines limites à spécifier, la conséquence possible T peut être remplacée par F, en particulier si, par une clause à insérer dans la spécification, l'acheteur demande des dispositifs de commande particuliers.					
NOTE 4 Les variations de tension alternative de courte durée ne doivent pas se produire plus d'une fois chaque deux heures.					
Déséquilibre de tension U_n/U_p (voir figure 2)					
a) régime établi (%) (plus de 10 min)	Tableau 1	3	2	2	F
b) courte durée					
– fonctionnement en redresseur uniquement (%)	–	8	5	3	T
– fonctionnement en onduleur (%)	–	5	5	2	T
NOTE 1 Les valeurs spécifiées les plus élevées pour les perturbations de courte durée peuvent provoquer par exemple des courants comportant des harmoniques exceptionnelles de la tension alternative.					
NOTE 2 Les déséquilibres de tension de courte durée ne doivent pas se produire plus d'une fois toutes les deux heures.					
Forme de la tension					
a) distorsion harmonique totale THD (%)	Tableau 2	10	8	5	F
b) distorsion harmonique individuelle					
– ordre 5 (%)	Tableau 3	8	6	3	F
– autres ordres impairs à l'exception des multiples de 3	Tableau 3				F
– multiples de 3	Tableau 4	Voir CEI 61000-2-4	Voir CEI 61000-2-4	Voir CEI 61000-2-4	F
– ordres pairs	Tableau 5				F
c) encoches de commutation (régime établi)					
– amplitude (% de U_{LWM})	–	100	40	20	T
– surface (% de $U_{LWM} \times$ degré)	–	625	250	125	T
d) composantes de tension interharmoniques	Tableau 6	Voir CEI 61000-2-4	Voir CEI 61000-2-4	Voir CEI 61000-2-4	F
NOTE Si plusieurs convertisseurs sont raccordés aux bornes du même transformateur de conversion, la surface totale de toutes les encoches sur une période fondamentale ne doit pas être supérieure à quatre fois la surface indiquée ci-dessus pour une encoche de commutation principale.					
1) Pour la définition, se reporter à 3.5.11.1.					

Table 1 – Immunity levels for stiff a.c. voltage connections

Disturbance	Applicable values of IEC 61000-2-4 (throughout the table)	Immunity class			Possible consequences if exceeded ¹⁾
		A	B	C	
Frequency tolerance					
range (%)	Table 1	±2	±1	±1	F
rate of change (%/s)	–	±2	±1	±1	F
Voltage amplitude tolerances					
a) steady state $\Delta U/U_N$ (%)	Table 1	+10, –15	±10	±8	F
b) short time (0,5 to 30 cycles) up to rated values					
– rectifier operation only (%)	–	±15	+15, –10	+15, –10	T
– inverter operation (%)	–	±15	+15, –10	+15, –8	
NOTE 1 A decrease in frequency is assumed not to coincide with an increase in line voltage and vice versa.					
NOTE 2 For overload conditions other limits shall be specified separately.					
NOTE 3 Within certain limits to be specified, the possible consequence T may be replaced by F, in particular if, by a requirement to be inserted in the specification, the purchaser requires special control arrangements.					
NOTE 4 Short-time a.c. voltage variations are not expected to occur more frequently than once every two hours.					
Voltage unbalance U_n/U_p (see figure 2)					
a) steady state (%) (over any 10 min)	Table 1	3	2	2	F
b) short time					
– rectifier operation only (%)	–	8	5	3	T
– inverter operation (%)	–	5	5	2	T
NOTE 1 The higher values specified for short-time may lead to, for example, currents with uncharacteristic harmonics in the a.c. voltage.					
NOTE 2 Short-time voltage unbalances are not expected to occur more frequently than once every two hours.					
Voltage waveform					
a) total harmonic distortion THD (%)	Table 2	10	8	5	F
b) individual harmonic distortion					
– order 5 (%)	Table 3	8	6	3	F
– other odd orders excluding multiples of 3	Table 3				F
– multiples of 3	Table 4	See IEC 61000-2-4	See IEC 61000-2-4	See IEC 61000-2-4	F
– even orders	Table 5				F
c) commutation notches (steady state)					
– amplitude (% of U_{LWM})	–	100	40	20	T
– area (% of $U_{LWM} \times$ degree)	–	625	250	125	T
d) interharmonic voltage components	Table 6	See IEC 61000-2-4	See IEC 61000-2-4	See IEC 61000-2-4	F
NOTE If several converters are connected to the same converter transformer terminals, the total area of all notches over one period of the fundamental is not expected to exceed four times the area given above for one principal commutation notch.					
1) For definitions, refer to 3.5.11.1.					

5.5.2 Alimentation en continu

Les valeurs et classes d'immunité suivantes servent à la spécification des sources continues.

5.5.2.1 Tolérances de tension continue

Tableau 2 – Tolérances de tension continue

Tolérances	Classe d'immunité			Conséquences possibles en cas de dépassement ¹⁾
	A	B	C	
a) régime établi (%)	±10	+10	+10, -5	F
b) fonctionnement de courte durée (<0,5 s) (%)	±15	+15, -10	+15, -7	T
1) Se reporter à 3.5.11.1 pour les définitions.				
NOTE Les écarts de courte durée ne doivent pas se produire plus d'une fois toutes les deux heures.				

5.5.2.2 Taux d'ondulation relatif crête à crête

Tableau 3 – Taux d'ondulation relatif crête à crête

Variation	Classe d'immunité			Conséquences possibles en cas de dépassement ¹⁾
	A	B	C	
a) régime établi (%)	±10	±5	+2	F
b) fonctionnement de courte durée (<1 s) (%)	±15	±10	±5	F
1) Se reporter à 3.5.11.1 pour les définitions.				
NOTE Les ondulations de courte durée de la tension continue ne doivent pas se produire plus d'une fois toutes les deux heures.				

5.5.2.3 Transitoires répétitives et non répétitives

Il faut prendre ces transitoires en compte; elles peuvent faire l'objet de spécifications.

Toutefois, l'énergie transitoire d'alimentation ne doit pas dépasser 4 J lorsque le convertisseur est débranché.

5.5.2.4 Surtensions dans les réseaux d'alimentation en continu

- a) Pour $U_{dN} \leq 50$ V, les surtensions ne doivent pas dépasser la courbe de la figure 1.
- b) Pour $U_{dN} > 50$ V, la courbe de la figure 1 est arrêtée à un niveau de tension spécifié par la formule suivante:

$$U_{dN} + \Delta U = 1\,400 \text{ V} + 2,3 U_{dN},$$

où U_{dN} est la tension continue d'alimentation assignée.

5.5.2 DC supply

The following values and immunity classes are used for specifying a d.c. source.

5.5.2.1 DC voltage tolerances

Table 2 – DC voltage tolerances

Tolerances	Immunity class			Possible consequence if exceeded ¹⁾
	A	B	C	
a) steady state (%)	±10	+10	+10, –5	F
b) short-time (<0,5 s) operation (%)	±15	+15, –10	+15, –7	T
1) Refer to 3.5.11.1 for definitions.				
NOTE The short-time deviations are not expected to occur more frequently than once every two hours.				

5.5.2.2 Relative peak-to-peak ripple factor

Table 3 – Relative peak-to-peak ripple factor

Variation	Immunity class			Possible consequence if exceeded ¹⁾
	A	B	C	
a) steady state (%)	±10	±5	+2	F
b) short-time (<1 s) operation (%)	±15	±10	±5	F
1) Refer to 3.5.11.1 for definitions.				
NOTE The short-time d.c. voltage ripple is not expected to occur more than once every two hours.				

5.5.2.3 Repetitive and non-repetitive transients

These transients must be taken into account and may be subject to specifications.

However, the supply transient energy shall not exceed 4 J with the converter disconnected.

5.5.2.4 Overvoltages in d.c. supply systems

- For $U_{dN} \leq 50$ V, overvoltages shall not exceed the curve of figure 1.
- For $U_{dN} > 50$ V, the curve of figure 1 is cut off at the voltage level specified by the following formula:

$$U_{dN} + \Delta U = 1\,400 \text{ V} + 2,3 U_{dN},$$

where U_{dN} is the rated d.c. supply voltage.

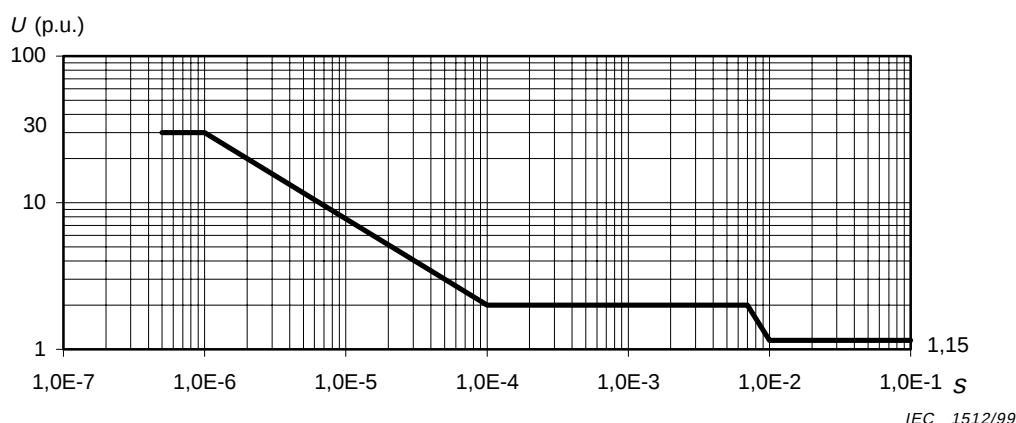


Figure 1 – Surtension maximale prévue en fonction de la durée de la transitoire

5.5.2.5 Inductances d'alimentation

La gamme des inductances d'alimentation pour lesquelles l'appareil est prévu doit être spécifiée.

5.5.3 Conditions de charge, déséquilibre de charge

Dans des conditions électriques de service normal, le déséquilibre de la charge (défini comme la différence entre la valeur la plus élevée et la valeur la plus faible du courant efficace fondamental dans une sortie polyphasée) ne doit pas dépasser 25 % de la valeur assignée du courant de sortie, et le courant le plus élevé ne doit pas dépasser le courant de sortie assigné.

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_N} \leq 0,25 \text{ (p.u.)}, \text{ et}$$

$$I_{\max} \leq I_N$$

Les conditions électriques de service concernant les moteurs et les générateurs électriques doivent être spécifiées.

5.5.4 Conditions électriques de service exceptionnelles et spécifications de fonctionnement

L'utilisation d'un convertisseur de puissance dans des conditions s'écartant de celles décrites en 5.2.2 doit être considérée comme exceptionnelle.

Les conditions telles que celles décrites ci-dessous peuvent requérir une construction particulière ou des dispositifs de protection particuliers; le cas échéant, elles doivent être spécifiées par l'acheteur.

5.5.4.1 Alimentation en alternatif

- Valeurs dépassant les valeurs mentionnées dans le tableau 1.
- Impédance d'alimentation et configuration du réseau.
- Configuration de mise à la terre, en particulier au voisinage d'un système à haute tension.
- Harmoniques dont la valeur dépasse les valeurs indiquées dans le tableau 1.

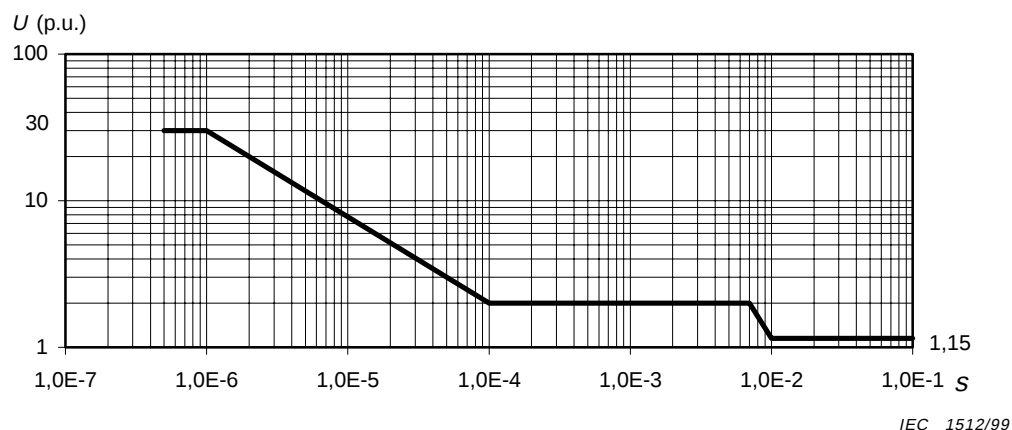


Figure 1 – Maximum expected overvoltage versus duration of transient

5.5.2.5 Supply inductances

The range of supply inductances for which the equipment is designed shall be specified.

5.5.3 Load conditions, load unbalance

Under normal electrical service conditions, the load unbalance (as the difference between the highest and the lowest fundamental r.m.s. current values in the polyphase output) shall not exceed 25 % of the rated output current, and the highest current shall not exceed the rated output current.

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_N} \leq 0,25 \text{ (p.u.)}, \text{ and}$$

$$I_{\max} \leq I_N$$

Electrical service conditions dealing with electrical motors and generators shall be specified.

5.5.4 Electrical unusual service conditions and performance requirements

The use of a power converter under conditions departing from those noted in 5.2.2 shall be considered as special.

Conditions as given below may require special construction or protective features, and where they exist, shall be specified by the purchaser.

5.5.4.1 AC supply

- Values in excess of those stated in table 1.
- Supply impedance and network configuration.
- Earthing configuration, particularly in the vicinity of a high-voltage system.
- Harmonics in excess of those given in table 1.

5.5.4.2 Alimentation en continu

- a) Valeurs dépassant les valeurs indiquées en 5.5.2.
- b) Configuration de mise à la terre.

5.5.4.3 Sortie en alternatif

- a) Isolation de l'entrée en continu ou en alternatif par rapport à la sortie en alternatif.
- b) Déséquilibre de charge si les valeurs mentionnées en 5.5.3 sont dépassées.
- c) Cycle de charge.
- d) Charges requérant des composantes continues.
- e) Configuration de mise à la terre.
- f) Charge générant des harmoniques.

5.5.4.4 Sortie en continu

- a) Isolation de l'entrée en continu ou en alternatif par rapport à la sortie en continu.
- b) Cycle de charge.
- c) Ondulation en continu.
- d) Configuration de mise à la terre.

5.5.4.5 Limitations de fonctionnement

Les limitations sur les éléments suivants doivent, le cas échéant, être spécifiées:

- a) bruit aérien et bruit mécanique ou structurel (vibrations);
- b) perturbations électromagnétiques conduites ou rayonnées;
- c) courant d'entrée au démarrage.

5.5.4.6 Spécifications particulières de fonctionnement

Il convient que les spécifications particulières de fonctionnement relatives aux points suivants soient être spécifiées:

- a) stabilisation de la tension de sortie et tolérance sur l'angle de phase (onduleurs triphasés);
- b) stabilité de fréquence;
- c) rendement;
- d) pertes de puissance.

6 Valeurs assignées et caractéristiques complémentaires

6.1 Généralités

Pour les convertisseurs d'usage général, les valeurs assignées doivent être indiquées comme valeurs standard de construction qui définissent les valeurs de sortie qui peuvent être obtenues à partir de l'appareil dans les conditions de service spécifiées sans dépasser les limites des normes définies (s'appliquant aux différents constituants du convertisseur) ou risquer des défaillances structurelles.

5.5.4.2 DC supply

- a) Values in excess of those stated in 5.5.2.
- b) Earthing configuration.

5.5.4.3 AC output

- a) Isolation of d.c. or a.c. input from a.c. output.
- b) Load unbalance if values given in 5.5.3 are exceeded.
- c) Load cycle.
- d) Loads requiring d.c. components.
- e) Earthing configuration.
- f) Harmonics generating load.

5.5.4.4 DC output

- a) Isolation of d.c. or a.c. input from d.c. output.
- b) Load cycle.
- c) DC ripple.
- d) Earthing configuration.

5.5.4.5 Performance limitations

Limitations, if any on the following items, should be specified:

- a) airborne noise and mechanical or structural noise (vibrations);
- b) electromagnetic disturbances conducted or radiated;
- c) input inrush current.

5.5.4.6 Special performance requirements

Special performance requirements regarding the following items should be specified:

- a) output voltage stabilization and phase-angle tolerance (three-phase inverters);
- b) frequency stability;
- c) efficiency;
- d) power losses.

6 Rated values and additional characteristics**6.1 General**

For general purpose converters, the rated values shall be given as standard design values which define the output values that can be taken from the apparatus under specified service conditions without exceeding any of the limitations of established standards (which apply to various components of a converter), or incurring structural failures.

Pour les convertisseurs spéciaux, les valeurs assignées doivent être indiquées comme valeurs de construction qui définissent les valeurs de sortie obtenues avec la charge que le convertisseur est sensé alimenter, dans les conditions de service spécifiées, sans risquer de défaillances structurelles.

Les spécifications d'un convertisseur doivent spécifier les caractéristiques de la charge.

Les capacités d'un convertisseur ne sont plus valables si la charge est remplacée par une charge pour laquelle le convertisseur n'est pas prévu.

Sauf spécifications contraires, les valeurs assignées énumérées en 6.2 doivent être indiquées soit sur la plaque de marquage, soit d'une autre manière adaptée.

Il convient que les valeurs assignées énumérées en 6.2 soient confirmées par des essais effectués conformément à l'article 7.

6.2 Valeurs assignées à spécifier par le fournisseur

6.2.1 Valeurs d'entrée assignées

- a) Tension (alternative ou continue) et tolérances sur la tension. Pour les alimentations par batterie, la valeur assignée de la tension d'alimentation doit être égale au produit du nombre de cellules par la tension de la cellule (par exemple 2 V pour une cellule au plomb, 1,2 V pour une cellule au Ni-Cd).
- b) Courant (alternatif ou continu).
- c) Fréquence et tolérances sur la fréquence, le cas échéant.
- d) Puissance apparente pour une entrée alternative, le cas échéant.
- e) Puissance active pour une entrée continue, le cas échéant.

6.2.2 Valeurs de sortie assignées

- a) Tension assignée (alternative ou continue).
- b) Tolérances sur la tension assignée pour les tensions de sortie stabilisées.
- c) Gamme assignée de tension pour les convertisseurs à tension variable.
- d) Courant assigné correspondant à la classe d'utilisation du tableau 2 de 3.10.3.5 de la CEI 60146-1-1.
- e) Fréquence assignée, le cas échéant.
- f) Tolérances par rapport à la fréquence assignée pour les convertisseurs à fréquence constante.
- g) Gamme assignée de fréquence pour les convertisseurs à fréquence variable.

NOTE Il convient que les puissances apparente et active soient évitées car elles ne sont pas suffisantes pour garantir la compatibilité avec la charge et elles peuvent induire en erreur.

For specific converters, the rated values shall be given as design values which define the output values according to the load that it is intended to serve, under specified service conditions and without incurring structural failures.

In the specification of a converter, the character of the load shall be specified.

The ratings of a converter are not valid if the load is changed to a load for which the converter is not intended.

Unless otherwise specified, the rated values listed in 6.2 shall be indicated either on the rating plate or in another suitable way.

The rated values listed in 6.2 should be confirmed by testing according to 7.

6.2 Rated values to be specified by the supplier

6.2.1 Rated input values

- a) Voltage (a.c. or d.c.) and voltage tolerances. For battery supply, the rated value of the supply voltage shall be equal to the product of the number of cells by the cell voltage (for example 2 V per acid cell, 1,2 V per Ni-Cd cell).
- b) Current (a.c. or d.c.).
- c) Frequency and frequency tolerances if applicable.
- d) Apparent power for a.c. input if applicable.
- e) Active power for d.c. input if applicable.

6.2.2 Rated output values

- a) Rated voltage (a.c. or d.c.).
- b) Rated voltage tolerances for stabilized output voltage.
- c) Rated voltage range for variable voltage converter.
- d) Rated current according to duty class given in table 2 of 3.10.3.5 of IEC 60146-1-1.
- e) Rated frequency if applicable.
- f) Rated frequency tolerances for constant frequency converters.
- g) Rated frequency range for variable frequency converters.

NOTE Apparent and active output power should be omitted because they are not sufficient to ensure compatibility with the load and can be misleading.

6.3 Caractéristiques complémentaires

Les caractéristiques complémentaires suivantes peuvent être spécifiées:

- a) type d'application des convertisseurs particuliers;
- b) rendement à la tension de sortie et au courant de sortie assignés;
- c) pertes de puissance;
- d) gamme de facteur de puissance total, le cas échéant;
- e) ondulation maximale du courant d'entrée pour les convertisseurs alimentés par batterie;
- f) classe d'immunité;
- g) taux d'harmonique de la tension de sortie ou du courant de sortie;
- h) compatibilité électromagnétique;

6.4 Marquage

On doit généralement se référer aux spécifications de marquage de 3.11 de la CEI 60146-1-1. Elle peuvent toutefois être étudiées au cas par cas sur accord entre l'acheteur et le fournisseur, leur utilité (pour l'acheteur ou pour le fournisseur) et leur facilité de mise en oeuvre devant être prises en considération.

7 Essais

7.1 Généralités

Se reporter à 4.1 de la CEI 60146-1-1.

Les convertisseurs de faible puissance expédiés en général comme ensembles intégrés doivent être intégralement essayés avant expédition conformément à ces dispositions.

Dans le cas des équipements de forte puissance, il est conseillé pour des raisons économiques de limiter l'exécution des essais à ceux considérés comme nécessaires. Cette norme est conçue de telle manière que les essais des appareils de forte puissance puissent se limiter à des essais dans l'atelier du constructeur sur des éléments séparés du convertisseur qui doivent être expédiés séparément. D'autres essais, comme ceux sur des convertisseurs de forte puissance terminés ou ceux sur site, ne doivent être inclus que s'ils sont spécifiés séparément.

7.1.1 Classification des essais

Parmi les essais menés sur les convertisseurs ou sur l'équipement, on trouve des essais de type et des essais individuels. Des essais facultatifs doivent être spécifiés le cas échéant.

7.1.2 Réalisation des essais

Les essais doivent être réalisés dans des conditions électriques équivalentes à celles du service réel. Si ce n'est pas possible, l'élément de convertisseur ou le convertisseur doivent être respectivement essayés dans des conditions permettant de démontrer que le fonctionnement est conforme aux spécifications.

6.3 Additional characteristics

The following additional characteristics may be specified:

- a) type of application for specific converters;
- b) power efficiency at rated output current and voltage;
- c) power losses;
- d) range of total power factor if applicable;
- e) maximum input current ripple for battery supplied converters;
- f) immunity class;
- g) harmonic content of output voltage or current;
- h) electromagnetic compatibility;

6.4 Marking

The marking requirements in 3.11 of IEC 60146-1-1 shall most generally be referred to. They may, however, be considered on a case-by-case basis by agreement between purchaser and supplier, taking into account their usefulness (for the purchaser or the supplier) and their facility of implementation.

7 Tests

7.1 General

Refer to 4.1 of IEC 60146-1-1.

Smaller converter equipment normally shipped as integrated assemblies shall be tested completely before being shipped in accordance with these provisions.

In the case of large equipment, it is advisable for economical reasons to confine the performance of tests to those which are considered necessary. This standard is therefore arranged so that testing of large equipment can be limited to tests in the supplier's works on the separate converter units that are to be shipped separately. Other tests such as tests on large, complete converter equipment or tests on site are to be included only if separately specified.

7.1.1 Classification of tests

Among the tests conducted on converter assemblies or equipment are type tests and routine tests. Optional tests shall be specified if required.

7.1.2 Performance of tests

The tests shall be performed under electrical conditions equivalent to those in real service. If this is not practicable, the converter assembly or equipment respectively shall be tested under such conditions as to allow the specified performance to be proved.

Les essais peuvent être réalisés soit en combinaison avec le transformateur du convertisseur, le cas échéant, ou les accessoires, soit séparément.

Lorsque l'acheteur ou ses représentants souhaitent assister aux essais en usine, ils doivent le spécifier dans la commande.

S'il en a été convenu ainsi avant la commande, le contrat peut spécifier que le fournisseur doit fournir un rapport certifié des essais réalisés sur le produit. Cela s'applique également aux essais de type effectués auparavant sur un produit identique ou similaire dans des conditions d'essai au moins égales aux exigences du contrat ou de cette spécification.

7.2 Programme d'essai pour les convertisseurs ou les éléments de convertisseur

Sauf spécifications contraires, l'essai de l'appareil doit comporter les éléments suivants, dont la plupart sont également applicables aux éléments de convertisseurs.

Tests may be performed either in combination with the converter transformer, if any, and auxiliaries in assembled conditions, or separately.

When the purchaser or his representative desires to witness factory tests, he shall so specify in the order.

If so agreed before order, the contract may specify that the supplier shall provide a certified report of tests performed on the product. This also applies to type tests previously performed on an identical or similar product with test conditions at least equal to the requirements of the contract or of this specification.

7.2 Test schedule for converter equipment and converter assemblies

The equipment test, unless otherwise specified, shall comprise the following items, most of which are also applicable to converter assemblies.

Tableau 4 – Essais

Essais	Essais de qualification	Essais individuels	Essais facultatifs	Spécification
Inspection visuelle	X	X		7.3.1
Vérification des dispositifs auxiliaires	X	X		7.3.2
Essai d'isolement	X	X		7.3.3
Vérification des dispositifs de protection	X	X		7.3.4
Essai sous faible charge et essai fonctionnel	X	X		7.3.5
Essai de sortie assignée	X			7.3.6
Essai de surcourant	X			7.3.7
Essai d'échauffement	X			7.3.8
Détermination des pertes de puissance	X			7.3.9
Mesure du THD ou du THF pour la tension et/ou le courant			X	7.3.10
Mesure du facteur de puissance			X	7.3.11
Mesure de la tension de sortie	X	X		7.3.12
Vérification de la gamme de réglage de la tension de sortie	X	X		7.3.13
Essai de déséquilibre de la tension de sortie			X	7.3.14
Vérification de la gamme de réglage de la fréquence de sortie	X			7.3.15
Essai de la bande de tolérance en fréquence de sortie			X	7.3.16
Vérification de la commande automatique	X			7.3.17
Essai en court-circuit			X	7.3.18
Mesure du bruit audible			X	7.3.19
Essai d'immunité			X	7.3.20
Essai d'émission			X	7.3.21
Mesure de l'ondulation de tension et de courant			X	7.3.22
Essais complémentaires			X	7.3.23
NOTE Certains des essais ne peuvent pas par principe être réalisés sur certains types de convertisseurs ou sur les éléments de convertisseurs.				

7.3 Spécifications des essais

7.3.1 Inspection visuelle

L'inspection visuelle doit être réalisée pour garantir que l'appareil ou l'élément est fabriqué de manière correcte et, dans la mesure du possible, qu'il remplit les exigences spécifiées. Avant le début d'un essai, on doit effectuer une inspection visuelle pour vérifier des caractéristiques comme l'adéquation de l'étiquetage, l'accessibilité pour la maintenance, la sécurité, etc.

Des inspections visuelles intermédiaires sont nécessaires: elles permettent de vérifier qu'un appareil ou un élément a survécu à un essai particulier auquel il vient d'être soumis et que les essais peuvent continuer avec l'étape suivante.

Table 4 – Test items

Test item	Type test	Routine test	Optional test	Specification
Visual inspection	X	X		7.3.1
Checking auxiliary devices	X	X		7.3.2
Insulation test	X	X		7.3.3
Checking the protective devices	X	X		7.3.4
Light load and functional test	X	X		7.3.5
Rated output test	X			7.3.6
Overcurrent test	X			7.3.7
Temperature rise test	X			7.3.8
Power loss determination	X			7.3.9
Measurement of THD or THF for voltage and/or current			X	7.3.10
Measurement of power factor			X	7.3.11
Measurement of output voltage	X	X		7.3.12
Confirmation of output voltage adjustable range	X	X		7.3.13
Output voltage unbalance test			X	7.3.14
Confirmation of output frequency adjustable range	X			7.3.15
Output frequency tolerance band test			X	7.3.16
Checking of automatic control	X			7.3.17
Short-circuit test			X	7.3.18
Measurement of audible noise			X	7.3.19
Immunity test			X	7.3.20
Emission test			X	7.3.21
Measurement of ripple voltage and current			X	7.3.22
Additional tests			X	7.3.23
NOTE In principle, some of the tests cannot be performed on certain types of converters or converter assemblies.				

7.3 Test specifications

7.3.1 Visual inspection

The visual inspection shall be carried out to ensure that the equipment or assembly is correctly built and, so far as can be ascertained, meets all the specified requirements. Before starting a test, a visual inspection shall be made to check features such as adequacy of labelling, accessibility for maintenance, safety, etc.

Intermediate visual inspections are required to check that the equipment or assembly has survived the particular test to which it has just been subjected and that testing may continue to the next stage.

Une inspection finale est nécessaire une fois que tous les essais ont été réalisés: elle permet de vérifier que les essais n'ont pas eu d'effets négatifs sur l'appareil ou l'élément. Il est recommandé que les signes de surchauffe des constituants, de desserrage des fixations, de dommages de l'isolation, etc. soient notés et corrigés.

7.3.2 Vérification des dispositifs auxiliaires

Le bon fonctionnement des dispositifs auxiliaires comme les contacteurs, pompes, appareillage de séquençement, ventilateurs, etc. doit être vérifié. Le cas échéant, cette vérification peut être réalisée en conjonction avec l'essai sous faible charge.

7.3.3 Essai de l'isolation

L'essai d'isolement doit être effectué conformément à 4.2.1 de la CEI 60146-1-1.

7.3.4 Vérification des dispositifs de protection

La vérification des dispositifs de protection doit être effectuée dans la mesure du possible sans que l'on fasse subir aux constituants du convertisseur des contraintes supérieures à leurs valeurs assignées. Compte tenu de la grande variété des dispositifs de protection et de leurs combinaisons, il n'est pas possible de définir des règles générales pour la vérification de ces dispositifs. Toutefois, si un équipement de commande du système est conçu pour protéger le convertisseur contre les surcharges en courant, sa capacité à remplir cette fonction doit être vérifiée.

Si l'on considère que des essais de type ou des essais d'efficacité des protections par fusibles sont nécessaires, ces essais doivent être spécifiés séparément, ainsi que les conditions de ces essais.

Des essais individuels doivent être réalisés pour la vérification du fonctionnement des dispositifs de protection. Il n'est toutefois pas prévu de vérifier le fonctionnement de dispositifs comme les fusibles, etc. dont le fonctionnement est fondé sur la destruction du constituant actif.

7.3.5 Essai sous faible charge et essai fonctionnel

7.3.5.1 Essai sous faible charge

Se reporter également à 4.2.2.1 de la CEI 60146-1-1.

Les essais sous faible charge sont réalisés pour permettre de vérifier que tous les éléments du circuit électrique et que le refroidissement du convertisseur fonctionnent de manière correcte avec le circuit principal.

Pour les essais individuels, on raccorde le convertisseur à la tension d'entrée assignée. Pour les essais de type, l'essai du fonctionnement du convertisseur est également vérifié aux valeurs maximales et minimales de la tension d'entrée. Si des valves raccordées en série sont utilisées dans les bras du convertisseur, l'équilibrage de tension doit être vérifié. Avec les convertisseurs à haute tension, cette partie de l'essai sous faible charge pourra, uniquement pour les essais individuels, être réalisée sous une tension plus faible que la tension assignée. Avec les appareils à courants faibles ($<5\text{ A}$), l'essai sous faible charge n'est pas nécessaire.

A final inspection is required after all tests have been completed to check whether the tests have had any adverse effects on the equipment or assembly. Signs of component overheating, loosening of fasteners, damage of insulation, etc. should be noted and corrected.

7.3.2 Checking of auxiliary devices

The function of auxiliary devices such as contactors, pumps, sequencing equipment, fans, etc. shall be checked. If convenient, this can be done in conjunction with the light load test.

7.3.3 Insulation test

The insulation test shall be conducted in accordance with 4.2.1 of IEC 60146-1-1.

7.3.4 Checking of the protective devices

Checking of the protective devices shall be carried out as far as possible without stressing the components of the converter above their rated values. Due to the wide variety of protective devices and their combinations, it is not possible to state any general rules for the checking of these devices. However, if a system control equipment is designed to protect the converter from current overloads, its ability in this respect shall be checked.

If type tests and tests of the effectiveness of fuse protection are considered to be necessary, they shall be specified separately with conditions for tests.

Routine tests shall be performed to check the operation of protective devices. It is, however, not intended that the operation of devices such as fuses, etc., where the operation is based on destruction of the operating component, shall be checked.

7.3.5 Light load and functional test

7.3.5.1 Light load test

Refer also to 4.2.2.1 of IEC 60146-1-1.

The light load test is carried out to verify that all parts of the electrical circuit and the cooling of the converter operate properly together with the main circuit.

For the routine test the converter is connected to rated input voltage. For the type test the function of the converter is also tested at maximum and minimum values of the input voltage. If series-connected valve devices are used in the arms of the converter, the voltage sharing shall be checked. For a high-voltage converter this part of the light load test could be conducted at a lower voltage than rated for the routine test only. For low-current equipment (<5 A) the light load test is not necessary.

7.3.5.2 Essai fonctionnel

Se reporter également à 4.2.2.2 de la CEI 60146-1-1.

La charge d'essai est choisie de manière à garantir que la preuve de fonctionnement exigée est réalisée. On doit vérifier pendant cet essai que le dispositif de commande, les accessoires, les dispositifs de protection et le circuit principal fonctionnent ensemble correctement. Cet essai peut être réalisé de différentes manières en fonction du type de l'appareil.

Si la variation de la tension de sortie, du courant de sortie et/ou de la fréquence de sortie a été spécifiée, on doit vérifier lors de l'essai de type que la tension de sortie, le courant de sortie et/ou la fréquence peuvent varier dans l'ensemble de la gamme.

7.3.6 Essai de sortie assignée

Cet essai sert à vérifier que l'appareil fonctionne de manière satisfaisante au courant de sortie assigné et à la tension de sortie assignée dans la gamme de tension d'alimentation assignée.

Dans le cas d'appareils de forte puissance, cet essai peut être réalisé par l'application d'impulsions de courant et de tension assignés sur une charge fictive (voir annexe A).

Une vérification est effectuée afin de contrôler le bon fonctionnement des constituants comme les résistances d'égalisation de la tension, les résistances et condensateurs d'absorption des parasites, ainsi que leur échauffement normal. Cet essai doit être effectué dans des conditions assignées de refroidissement.

Si des valves raccordées en parallèle sont utilisées dans les bras du convertisseur, un contrôle doit être effectué afin de vérifier que toutes les valves participent à la conduction du courant. Cette vérification peut être menée sous forme d'essai de type et sous une tension inférieure à la tension assignée.

7.3.7 Essai de surcharge en courant

Cet essai permet de vérifier que le convertisseur offre la capacité spécifiée en 6.2.2 ou en 6.3. On doit appliquer les valeurs spécifiées du surcourant de courte durée ou les séquences de démarrage de la charge réelle pendant l'intervalle de temps spécifié. Il convient que les valeurs spécifiées de la tension et du courant soient enregistrées.

Un autre objectif de cet essai consiste à vérifier que les valves peuvent couper en toute sécurité un courant en surcharge. Pour les convertisseurs de forte puissance, cet essai peut être irréalisable (voir annexe A).

7.3.8 Essai d'échauffement

L'échauffement du convertisseur doit être déterminé dans les conditions d'essai définies pour l'essai de sortie assignée, dans les conditions de refroidissement assignées qui sont les moins favorables. Si l'essai est réalisé à une température inférieure à la température maximale spécifiée, il convient que des corrections soient effectuées. L'essai d'échauffement ne se limite pas au circuit principal. Dans certains cas, il peut être réalisé grâce à une combinaison de mesures et de calculs.

7.3.5.2 Functional test

Refer also to 4.2.2.2 of IEC 60146-1-1.

The test load is chosen in such a manner that the required proof of performance is given. During this test it should be verified that the control equipment, auxiliaries, protection equipment and main circuit are operating properly together. This could be achieved in different ways depending on the type of equipment.

If variable ranges of output voltage, current and/or output frequency are specified, in the type test it shall be verified that the output voltage, current and/or frequency can be changed over the entire range.

7.3.6 Rated output test

The test is carried out to verify that the equipment will operate satisfactorily at rated output current and rated output voltage for the specified input voltage range.

In case of large equipment, the test may be performed by applying impulses of rated current and voltage on a dummy load (see annex A).

A check is made to confirm the correct operation of components and devices such as voltage equalizing resistors, surge-absorbing resistors and capacitors, as well as their normal temperature rises. This test shall be performed under rated cooling conditions.

If parallel connected valve devices are used in the arms, current sharing shall be checked at rated current. This check may be conducted as a type test and at a lower voltage than rated voltage.

7.3.7 Overcurrent test

This test is performed to verify that the converter has the rating specified in 6.2.2 or 6.3. Specified values of short-time overcurrent or starting-up sequences of actual load shall be applied for the time interval specified. Specified values of voltage and current should be recorded.

Another object of this test is to verify that the valve devices can turn off the overcurrent safely. For large converters this test may not be feasible (see annex A).

7.3.8 Temperature-rise test

The temperature rise of the converter shall be determined under test conditions given for the rated output test, under the rated cooling conditions which are least favourable. If the test is conducted at lower temperature than maximum specified, corrections should be made. The temperature rise test is not limited to the main circuit. In certain cases it may be performed by a combination of measurement and calculation.

L'échauffement doit être mesuré aux points spécifiés et les résultats doivent servir à vérifier la construction du système de refroidissement. S'il est prévu que le convertisseur fonctionne dans des conditions de surcharge, l'impédance thermique transitoire des constituants du circuit principal et du système de refroidissement doit être mesurée. Si l'on peut mesurer l'échauffement en appliquant un courant égal au courant de charge spécifié (suivant la puissance), la mesure de l'impédance thermique transitoire n'est pas nécessaire.

Les échauffements en des points spécifiés des valves électroniques doivent être enregistrés. L'augmentation de la température virtuelle de jonction doit être calculée à partir des mesures de température afin de démontrer que le convertisseur peut supporter le cycle de charge spécifié sans que les dispositifs dépassent la température virtuelle de jonction maximale, compte tenu de l'équilibrage réel du courant entre les valves électroniques mises en parallèle.

7.3.9 Détermination de la perte de puissance

Les pertes dans le convertisseur peuvent être déterminées par des calculs fondés sur des mesures ou, pour les convertisseurs de faible puissance, par des mesures directes. Les pertes de puissance peuvent être évaluées par des mesures du transfert de chaleur dans le milieu de refroidissement (à l'aide de la méthode calorimétrique) et l'estimation du flux de chaleur à travers le boîtier du convertisseur.

7.3.10 Mesure du taux de distorsion harmonique total (THD) ou du taux d'harmoniques total (THF)

Le THD ou le THF de la tension et/ou du courant doivent être mesurés à l'entrée et/ou à la sortie pendant l'essai de sortie assignée. Sauf spécifications contraires, une charge linéaire doit être utilisée. Le THD est préférable.

Lorsque la mesure est difficile à réaliser, le THD peut être déterminé par le calcul. Les paramètres de la formule de calcul sont l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

7.3.11 Mesure du facteur de puissance

Le facteur de puissance global ou facteur de déphasage est mesuré. Pour les mesures, il convient de spécifier le type de charge, linéaire ou non linéaire, une tension alternative et une fréquence. Si la mesure du facteur de puissance n'est pas réalisable, celui-ci peut être déterminé par le calcul. La méthode de calcul doit être spécifiée.

7.3.12 Mesure de la tension de sortie

La tension de sortie doit être mesurée pour la gamme de tension d'entrée spécifiée, la gamme de variation de charge spécifiée et la gamme de fréquences spécifiée, le cas échéant, afin de déterminer la précision de la tension de sortie.

The temperature rise shall be measured at a specified point and the result shall be used to verify the design of the cooling system. If the converter is intended for overload conditions, the transient thermal impedance shall be measured for the main circuit components and for the cooling system. If temperature rises can be measured by supplying a current equal to the load current specified (according to the kind of the rating), measurement of the transient thermal impedance is not necessary.

The temperature rise at a specified point on the electronic valve devices shall be recorded. The rise of virtual junction temperature shall be calculated based on the temperature measurements in order to show that the converter is capable of carrying the specified load duty without exceeding maximum virtual junction temperature for the devices, taking into account the actual current sharing between parallel valve devices.

7.3.9 Power loss determination

Losses in the converter may be determined either by calculations based on measurements or, for small converters, by direct measurements. Power loss may be evaluated by measurement of the heat removed by the cooling medium (using the calorimetric method) and estimation of the heat flow through the housing of the converter.

7.3.10 Measurement of total harmonic distortion (THD) or total harmonic factor (THF)

The THD or THF of voltage and/or current shall be measured at the input and/or at the output during the rated output test. Unless otherwise specified, a linear load shall be used. The THD is preferable.

When the measurement is difficult to make, the THD can be determined by calculation. The parameters of the formula are subject to agreement between the purchaser and the supplier.

7.3.11 Measurement of power factor

The total power factor or the displacement factor is measured. For measurements, the type of load, linear or non-linear load, a.c. voltage, and frequency should be specified. If the measurement of the power factor is not feasible, it may be determined by calculation. The calculation method shall be specified.

7.3.12 Measurement of output voltage

The output voltage shall be measured for the specified input voltage range, the specified load variation range, and the specified frequency range, if applicable, to determine the accuracy of the output voltage.

7.3.13 Vérification de la gamme de réglage de la tension de sortie

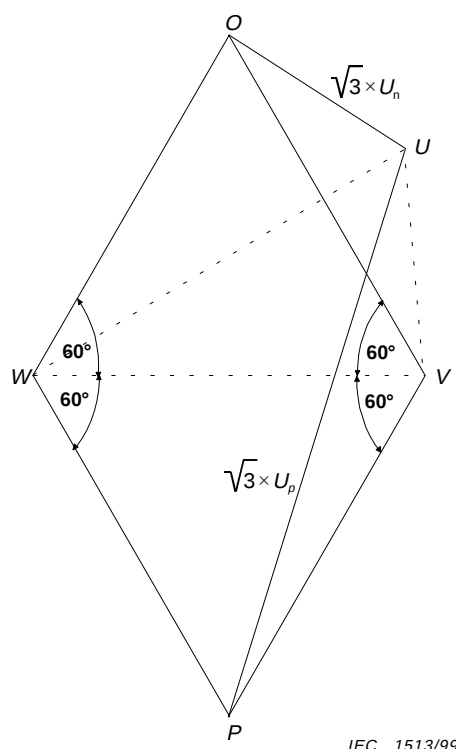
On doit vérifier la gamme de réglage de la tension de sortie au cours de l'essai de sortie assignée en prenant en compte

- a) la gamme spécifiée des tensions d'entrée;
- b) la gamme spécifiée des variations de charge; et
- c) la gamme spécifiée des fréquences.

Si cet essai n'est pas réalisable, on doit effectuer des calculs sur la base des données mesurées pendant l'essai sous faible charge (voir 7.3.5.1).

7.3.14 Essai de déséquilibre de la tension de sortie

Le déséquilibre de tension peut être défini soit par le rapport de dissymétrie, soit par le facteur de dissymétrie. S'il n'y a pas d'autre exigence, il est recommandé d'utiliser le rapport de dissymétrie.



IEC 1513/99

Légende

U_n composante inverse de la tension de sortie

U_p composante directe de la tension de sortie

Figure 2 – Diagramme pour le calcul du facteur de dissymétrie de tension

Le déséquilibre de tension des sorties triphasées doit être mesuré pour deux valeurs de la charge dans l'intervalle de charges spécifié, de préférence dans des conditions d'absence de charge et de charge maximale pour des conditions de charge équilibrées. Si une relation entre le déséquilibre de charge et le déséquilibre de tension est spécifiée, un essai approprié pour la vérification de cette relation doit être appliqué.

7.3.13 Confirmation of output voltage adjustable range

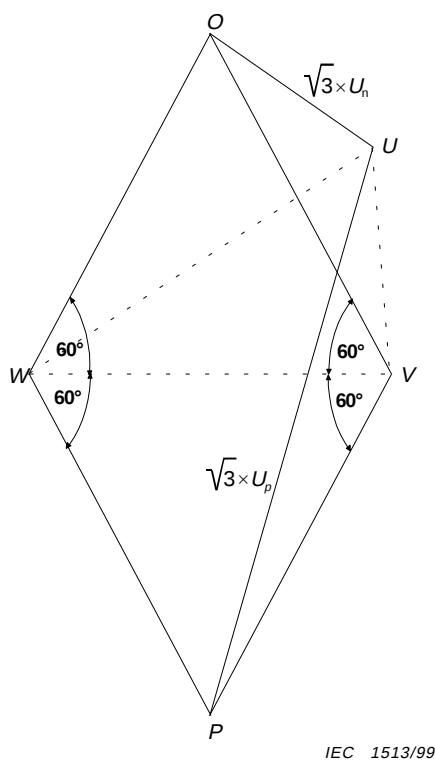
The output voltage adjustable range shall be verified during the rated output test considering:

- a) the specified input voltage range;
- b) the specified load variation range; and
- c) the specified frequency range.

If this is not feasible, calculation shall be made on the basis of the data measured during the light load test (see 7.3.5.1).

7.3.14 Output voltage unbalance test

The voltage unbalance can be given either in terms of voltage unbalance ratio or voltage unbalance factor. If there is no other requirement, the use of voltage unbalance ratio is recommended.



Key

U_n negative sequence component of the output voltage

U_p positive sequence component of the output voltage

Figure 2 – Diagram for calculation of voltage unbalance factor

The output voltage unbalance at three-phase outputs shall be measured for two loads in the specified load range, preferably at no load and full load for balanced load conditions. If a relation between load unbalance and voltage unbalance is specified, an appropriate test for checking this shall be applied.

Le facteur de dissymétrie peut être calculé par la méthode suivante grâce au diagramme de la figure 2.

On peut tracer le triangle des tensions entre phases UV , VW , et WU comme indiqué par les lignes pointillées sur le diagramme, UV , VW et WU étant les tensions mesurées entre phases. On construit, en prenant VW comme base, deux triangles équilatéraux dont le troisième sommet est O et P , respectivement. Les amplitudes des vecteurs PU et OU représentent respectivement $\sqrt{3}$ fois les amplitudes des composantes directe et inverse de la tension de sortie entre phases.

Le facteur de dissymétrie peut être calculé comme le rapport de OU à PU .

7.3.15 Vérification de la gamme de réglage de la fréquence de sortie

On doit vérifier la gamme de réglage de la fréquence lors de l'essai de sortie assignée (voir 7.3.6) pour la gamme de tensions d'entrée spécifiée et pour la gamme spécifiée de variation de la charge.

Lorsque la fréquence de sortie est déterminée uniquement par le dispositif de commande, cette gamme doit être vérifiée pour le dispositif de commande dans l'ensemble de la gamme de température.

7.3.16 Essai de la bande de tolérance en fréquence de sortie

La bande de tolérance en fréquence de sortie doit être vérifiée au cours de l'essai d'échauffement, pour la gamme spécifiée de variation de la tension d'entrée et la gamme spécifiée de variation de la charge.

Lorsque la fréquence est déterminée uniquement par le dispositif de commande, cette gamme peut être vérifiée pour le dispositif de commande dans l'ensemble de la gamme de température.

7.3.17 Vérification de la commande automatique

Lorsqu'un dispositif de commande, comme une commande automatique de la tension, une commande automatique du courant, etc. est incluse dans le convertisseur, le fonctionnement statique et dynamique du dispositif de commande doit être vérifié lors des essais de type. Cet essai doit comprendre une vérification du fait que le dispositif fonctionne de manière satisfaisante avec toutes les valeurs de tension d'alimentation dans la gamme de variation pour laquelle le dispositif a été conçu.

Si des difficultés se présentent pour remplir les conditions d'essai, des simulations et des analyses de stabilité peuvent être introduites, suivant un accord entre l'acheteur et le constructeur.

7.3.18 Essai en court-circuit

L'essai en court-circuit sert à déterminer le degré de protection du convertisseur. C'est un essai facultatif qui n'est réalisé que si le convertisseur est déclaré protégé contre les courts-circuits, ce qui exige une construction spéciale. L'essai est réalisé avec une impédance de court-circuit à spécifier par le constructeur.

The voltage unbalance factor can be calculated by the following method (refer to the diagram in figure 2).

The line-to-line voltage triangle UV , VW , and WU can be drawn as indicated by dotted lines on the diagram, where UV , VW and WU are the measured line-to-line voltages. Build, on each side of VW as a base, two equilateral triangles of which the third summits are respectively O and P . The amplitudes of the vectors PU and OU represent respectively $\sqrt{3}$ times the amplitudes of the positive sequence component and of the negative sequence component of the line-to-line output voltage.

The voltage unbalance factor can be calculated as the ratio of OU to PU .

7.3.15 Confirmation of output frequency adjustable range

The output frequency adjustable range shall be verified during the rated output test (see 7.3.6) for the specified input voltage range, and for the specified load variation range.

When the output frequency is determined only by the control equipment, this range can be checked for the control equipment, over the full temperature range.

7.3.16 Output frequency tolerance band test

The output frequency tolerance band shall be verified in the temperature rise test, for the specified input voltage variation range, and the specified load variation range.

When the frequency is determined only by the control equipment, this range can be checked for the control equipment over the full temperature range.

7.3.17 Checking of the automatic control

When any automatic control circuit such as automatic voltage control, automatic current control, etc. is included in the converter equipment, the static and dynamic performance of the control equipment shall be checked as type test. This shall include checking that the equipment operates satisfactorily for all values of supply voltages within the range of variation for which it is designed.

If a difficulty is encountered to meet the test conditions, simulation and stability analysis may be introduced, as agreed upon between the purchaser and the supplier.

7.3.18 Short-circuit test

The short-circuit test is made to determine the protection degree of the converter. It is an optional test only to be performed if the converter is claimed to be short-circuit protected, which requires special design. The test is made with a short-circuit impedance to be specified by the manufacturer.

7.3.19 Mesure du bruit audible

Les procédures d'essai et les limites doivent être spécifiées séparément.

NOTE Le bruit audible d'un convertisseur complet peut être considérablement différent des valeurs des différents éléments fonctionnels. Les conditions ambiantes – résonance et réflexions – peuvent être à l'origine de différences entre les valeurs calculées et les valeurs mesurées.

7.3.20 Essai d'immunité

Se reporter aux parties applicables de la CEI 61000-4. Des spécifications particulières peuvent être définies pour des appareils particuliers ou des applications particulières.

7.3.21 Essai d'émission

Se reporter aux parties applicables de la CEI 61000-4. Des spécifications particulières peuvent être définies pour des appareils particuliers ou des applications particulières.

7.3.22 Mesure de l'ondulation de tension et de courant

Lorsque des mesures des tensions superposées et/ou des courants alternatifs superposés sont nécessaires, les conditions et procédures d'essai doivent être spécifiées.

NOTE Il convient de prendre en compte l'ondulation en continu et le déséquilibre en alternatif sur l'entrée et la sortie de l'appareil.

7.3.23 Essais complémentaires

Les spécifications et procédures pour les essais complémentaires, par exemple les vibrations, les chocs, l'environnement climatique, la dérive, doivent, le cas échéant, être définies séparément.

7.4 Tolérances

Si des garanties sont fournies, elles doivent toujours faire référence aux valeurs assignées et aux conditions assignées.

Il n'est pas prévu que des garanties doivent être nécessairement données sur tous les points du tableau 4, mais, si cela est le cas, elles peuvent l'être avec ou sans tolérances selon ce qui est spécifié. Ces deux pratiques sont conformes à cette spécification.

Si des garanties sur les pertes et/ou sur le rendement sont fournies avec des tolérances, les valeurs mentionnées dans le tableau 5 doivent s'appliquer. Si les valeurs garanties sont indiquées sans tolérances, il s'agit selon les cas de valeurs maximales ou de valeurs minimales.

Tableau 5 – Tolérances sur les pertes et le rendement

Eléments	Tolérances
Pertes du convertisseur	+20 % de la valeur garantie
Pertes du transformateur et des réactances	+10 % de la valeur totale garantie
Rendement du convertisseur	Tolérance sur le rendement correspondant à +20 % des pertes, avec une tolérance minimale sur le rendement de –0,2 %
NOTE Pour un convertisseur fourni avec une commande automatique d'une grandeur en sortie, la tolérance sur cette grandeur de commande doit être spécifiée.	

7.3.19 Measurement of audible noise

Test procedures and limits shall be specified separately.

NOTE Audible noise of a complete converter equipment may differ considerably from the values of individual functional units. Room conditions – resonance and reflection – will cause differences from calculated or measured values.

7.3.20 Immunity test

Refer to the relevant parts of IEC 61000-4. Special specifications may be defined for the individual equipment and application.

7.3.21 Emission test

Refer to the relevant parts of IEC 61000-4. Special specifications may be defined for the individual equipment and application.

7.3.22 Measurement of ripple voltage and current

When the measurements of superimposed a.c. voltages and/or superimposed a.c. currents are required, the test conditions and procedures shall be specified.

NOTE DC ripple and a.c. unbalance at the input or output of the equipment should be taken into account.

7.3.23 Additional tests

Specifications and procedures for any additional tests, if necessary, for example vibration, shock, environmental, drift, shall be specified separately.

7.4 Tolerances

If guarantees are given they shall always be referred to rated values and rated conditions.

It is not intended that guarantees shall necessarily be given upon all or any of the items shown in table 4, but when such guarantees are given they may be given either without tolerances or with tolerances, as may be specified. Either of these practices complies with this specification.

If guarantees for losses and/or efficiency are given with tolerances, the values stated in table 5 shall apply. If the guaranteed values are given without tolerances, they are maximum or minimum values, as the case may be.

Table 5 – Tolerances of losses and efficiency

Items	Tolerances
Converter assembly losses	+20 % of the guaranteed value
Losses of transformer and reactor	+10 % of the total guaranteed value
Efficiency of the converter equipment	Efficiency tolerance corresponding to +20 % of the losses, with a minimum efficiency tolerance of –0,2 %
NOTE For converter equipment provided with automatic control of an output quantity, the tolerance on the control quantity shall be specified.	

Annexe A (informative)

Exemple d'essai de convertisseurs de forte puissance

A.1 Introduction

Cette annexe décrit les procédures d'essai à recommander pour les essais exigeant des courants élevés (essai de sortie assignée, essai de surcharge, essai d'échauffement) et la détermination des pertes de puissance dans le cas de convertisseurs autocommutés fonctionnant en source de tension constitués de plusieurs éléments de convertisseur. Ces essais doivent être réalisés dans des conditions normales de tension car il convient d'évaluer les contraintes sur les valves en prenant en compte les interactions mutuelles du courant et de la tension. Il est souvent impossible de mener un essai en vraie grandeur pour un convertisseur de forte puissance. La méthode d'essai décrite ici permet d'éviter les installations d'essai de grande ampleur tout en permettant une évaluation fiable de la validité.

A.2 Concepts de base

La figure A.1 permet la description d'un exemple de procédures d'essai pour un convertisseur de forte puissance à GTO constitué de plusieurs éléments de convertisseur.

Les concepts de base pour l'essai d'un convertisseur de forte puissance comme celui de la figure A.1 sont les suivants:

- a) un essai global est réalisé sur le convertisseur complètement monté sur site. Chacun des constituants et/ou sous-ensemble est essayé séparément en usine;
- b) en ce qui concerne l'élément de convertisseur, les essais peuvent être réalisés à deux niveaux: le module ou l'élément de convertisseur. Si l'installation d'essai le permet, il est souhaitable que les essais de sortie assignée et d'échauffement soit réalisés au niveau de l'élément de convertisseur car les contraintes de tensions sur les GTO et les condensateurs du circuit d'amortissement sont influencées par les inductances parasites du circuit. L'essai du module à GTO peut ne pas comporter des inductances d'électrodes équivalentes dans le circuit d'essai; il sert principalement à vérifier le fonctionnement du circuit de commande de la gâchette et l'équilibrage en tension ou en courant des GTO;
- c) les essais de fonctionnement de la commande sur l'appareillage de commande sont réalisés grâce à son association avec un convertisseur de faible puissance.

A.3 Procédures d'essai

A.3.1 Essai de sortie assignée

Cet essai est réalisé pour vérifier que le convertisseur fonctionnera correctement dans la gamme des variations de la tension d'entrée et de la tension de sortie. Il convient de porter une attention particulière aux contraintes en tension et en courant dans les GTO et les diodes. A cette fin, la procédure d'essai suivante est adéquate.

Annex A

(informative)

Example for testing high power converters

A.1 Introduction

This annex describes recommendable test procedures for the test items requiring high current, such as rated output test, overload test, temperature-rise test and power-loss determination in the case of a voltage stiff self-commutated converter consisting of several converter assemblies. These tests shall be conducted under normal voltage condition because valve device stresses should be evaluated by considering mutual interaction of current and voltage. It is often impossible to conduct a full-scale test for a high power converter. A test method as described here is intended to eliminate bulk test facilities and give reliable validity evaluation.

A.2 Basic concepts

Figure A.1 is given for the description of an example of test procedures for a large GTO converter consisting of several converter assemblies.

Basic concepts for testing a large converter like that of figure A.1 are as follows:

- a) an overall test is carried out in fully assembled state at site. Each component and/or sub-assembly is separately tested at the factory;
- b) concerning a converter assembly, tests may be carried out at two stages: the module or the converter assembly. If the test facility allows, it is desirable that the rated output test and the temperature-rise test are conducted at the stage of the converter assembly because the voltage stresses in GTOs and snubber capacitors are influenced by stray inductance in the circuit. The GTO module test may not include equivalent lead inductances in the test circuit and is conducted mainly for the purpose of verifying GTO gate drive unit operation and GTO voltage or current balance;
- c) control performance tests on the control equipment are verified by combining it with a low power converter.

A.3 Test procedures

A.3.1 Rated output test

This test is carried out to verify that the converter will operate satisfactory in the range of input and output voltage variations. Special attention should be paid to voltage and current stresses of GTOs and diodes. For this purpose, the following test procedure is adequate.

La figure A.2 présente le schéma du circuit d'essai. Une alimentation en courant continu permet de charger les condensateurs en courant continu de l'élément de convertisseur. Une réactance L sert de charge. Le générateur d'impulsions est particulier à cet essai. La figure A.3 présente un chronogramme des impulsions sur les gâchettes des GTO. Une fois que le condensateur en courant continu est en charge, des impulsions de gâchette sont appliquées aux GTO. D'abord, G1 et G2 sont appliquées à GU et GY respectivement. A l'instant t_1 , GU et GY deviennent conducteurs et le courant dans la charge I augmente avec une vitesse de croissance égale à E_d/L . A l'instant t_2 où le courant atteint une valeur prédéfinie (par exemple la valeur assignée), GU est bloqué et le courant dans la charge I transféré à DX. A l'instant t_4 , GY est bloqué. L'énergie dans la réactance est restituée aux condensateurs en courant continu. S'il est nécessaire d'observer la forme de la tension et du courant lorsque GU devient conducteur alors que le courant circule dans la diode correspondante DX, GU est rendu de nouveau conducteur à l'instant t_3 , puis bloqué à l'instant t_4 (voir figure A.3, traits discontinus). La même procédure s'applique aux autres GTO.

Les caractéristiques de cette méthode sont celles qui suivent:

- a) il est facile d'ajuster le niveau de courant en contrôlant l'intervalle de temps entre t_1 et t_2 ;
- b) la consommation d'énergie est très faible.

On obtient à partir de cet essai unique les données qui suivent:

- a) les contraintes en tension imposées sur le GTO lorsque celui-ci coupe un courant. On en déduit une évaluation de la capacité de coupure. Si celle-ci n'atteint pas le niveau requis, il convient de modifier le circuit d'amortissement;
- b) les contraintes de tension imposées au GTO et à la diode correspondants lorsqu'un thyristor devient conducteur alors que le courant circule à travers la diode;
- c) le déséquilibre de tension entre les thyristors par bras. Si celui-ci n'est pas dans les limites prévues, il convient qu'une action corrective soit réalisée.

Figure A.2 is a test circuit diagram. A d.c. power supply is used for charging the d.c. capacitors in the converter assembly. A reactor L is used as a load. A pulse generator is a special pulser for this test. Figure A.3 shows a timing chart for the GTO gate pulses. After charging the d.c. capacitor, gate pulses are applied to the GTOs. At first G1 and G2 are applied to GU and GY respectively. At the time t_1 , GU and GY are turned on, and the load current I increases with the rate of rise of the current of E_d/L . At the time t_2 when the current reaches a predetermined value, for example the rated value, GU is turned off, and the load current I is commutated to DX. At the time t_4 , GY is turned off. The energy in the reactor is regenerated to the d.c. capacitors. If it is required to observe the voltage and current waveforms when GU is turned on while the current is flowing through the counterpart diode DX, at the time t_3 GU is turned on again and turned off at the time t_4 (see figure A.3, dashed lines). The same procedure is applied to the other GTOs.

The features of this method are the following:

- a) the current level can easily be adjusted by controlling the time interval between t_1 and t_2 ;
- b) the energy consumption is very small.

On the basis of this one-shot test, the following data may be obtained:

- a) the voltage stress imposed on the GTO when it interrupts a current. From this result, the turn-off capability can be evaluated. If it does not reach the required level, the snubber circuit should be modified;
- b) the voltage stress imposed on the counterpart GTO and diode when the GTO turns on with the circulating current through the diode;
- a) the voltage unbalance among GTOs per arm. If it is out of limit, a corrective action should be taken.

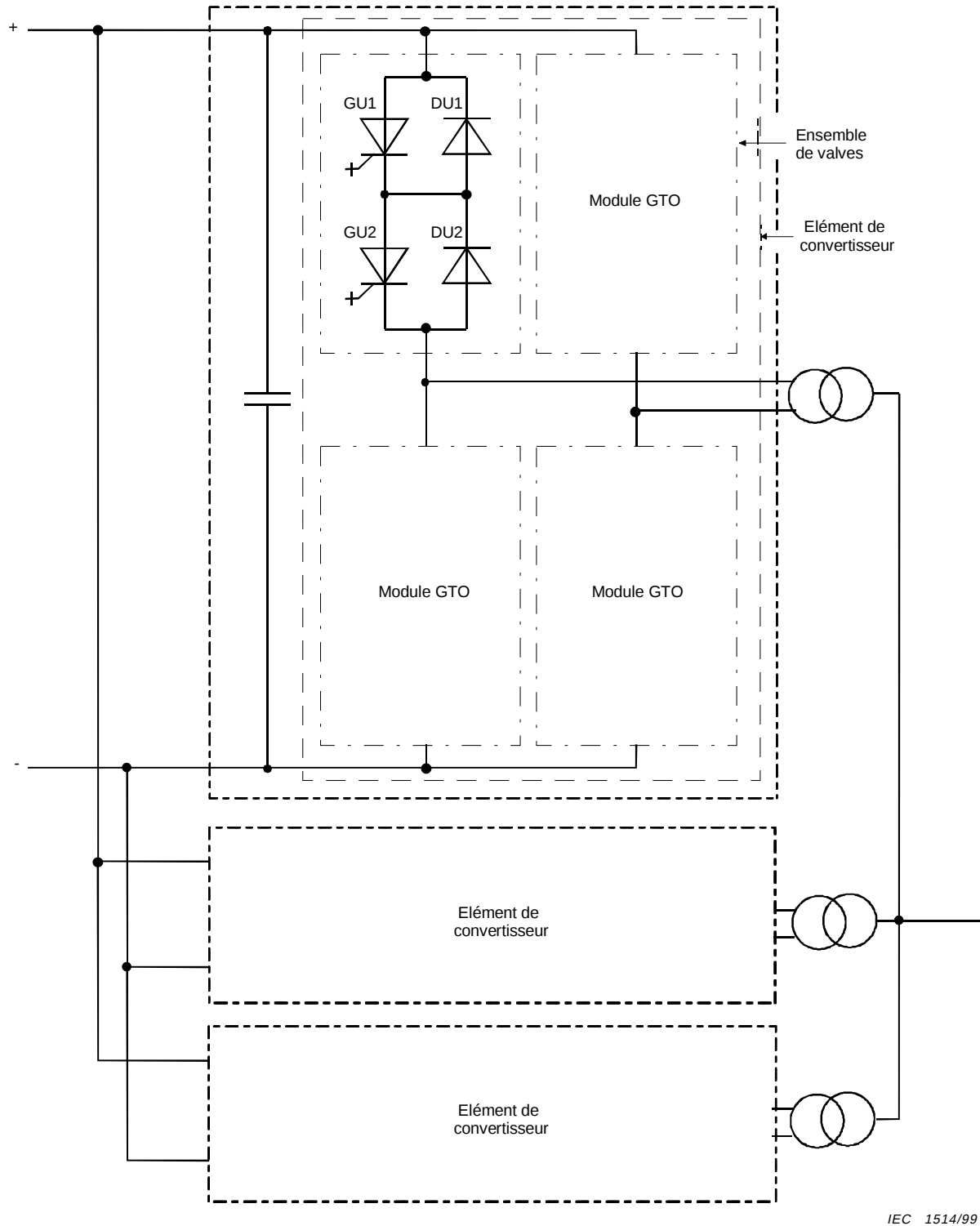
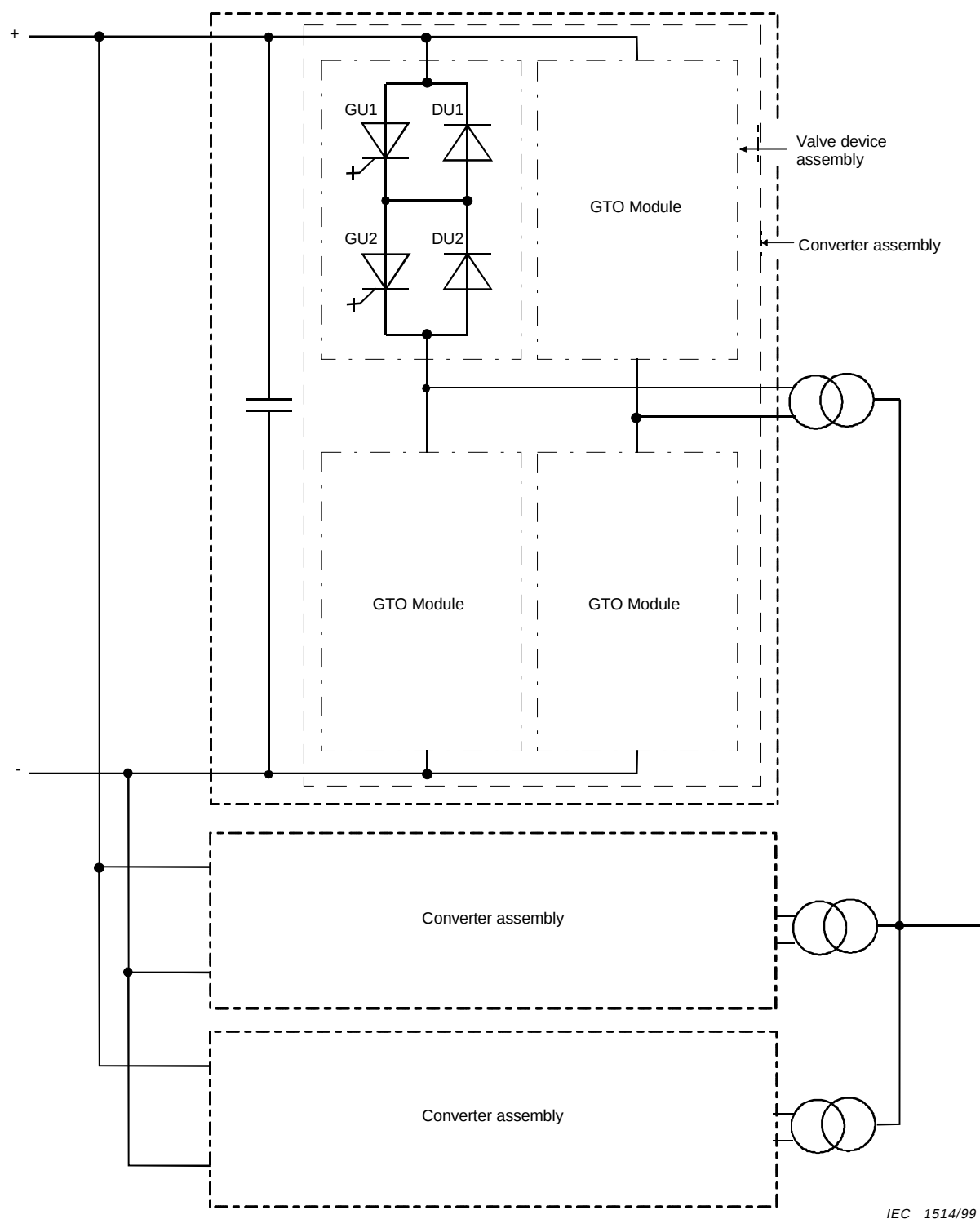
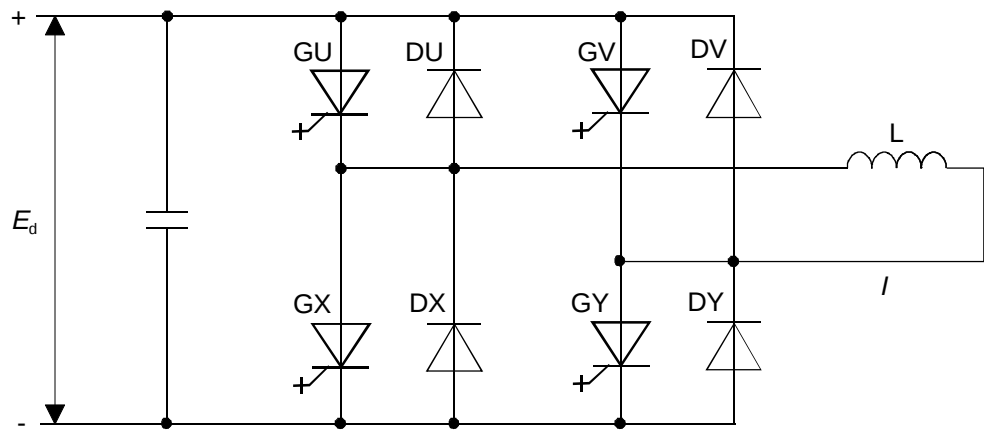


Figure A.1 – Exemple de convertisseur de forte puissance



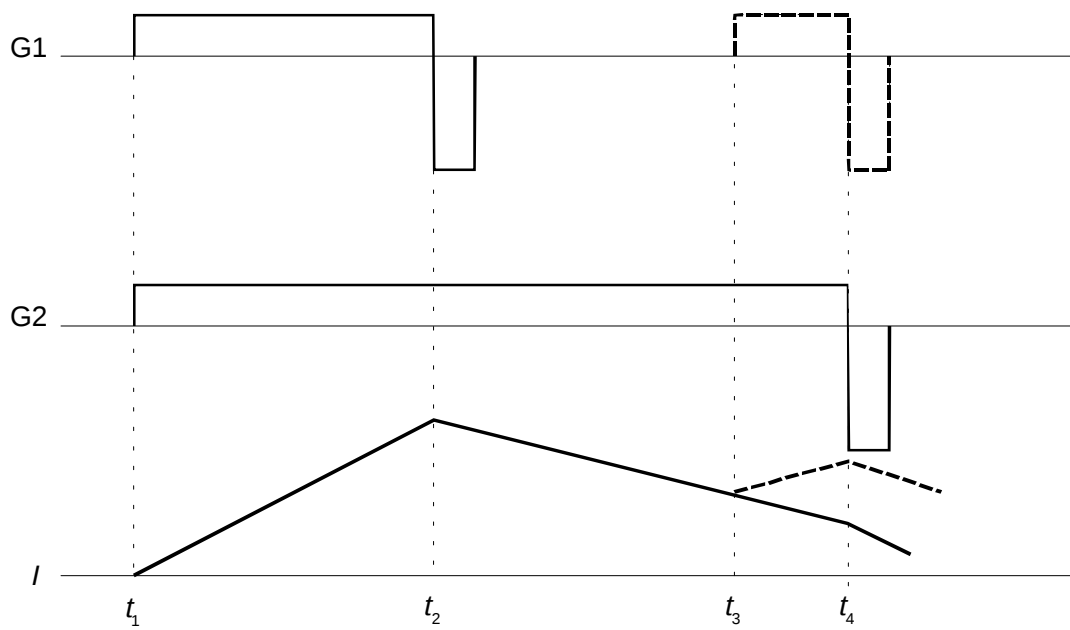
IEC 1514/99

Figure A.1 – Example of a large converter



IEC 1515/99

Figure A.2 – Circuit d'essai pour un élément de convertisseur



IEC 1516/99

Figure A.3 – Chronogramme des impulsions de gâchette des thyristors

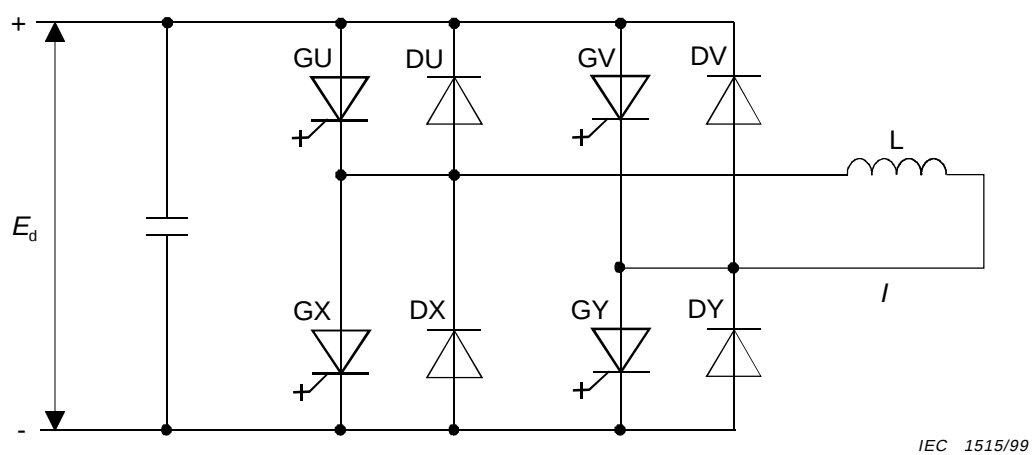


Figure A.2 – Test circuit of a converter assembly

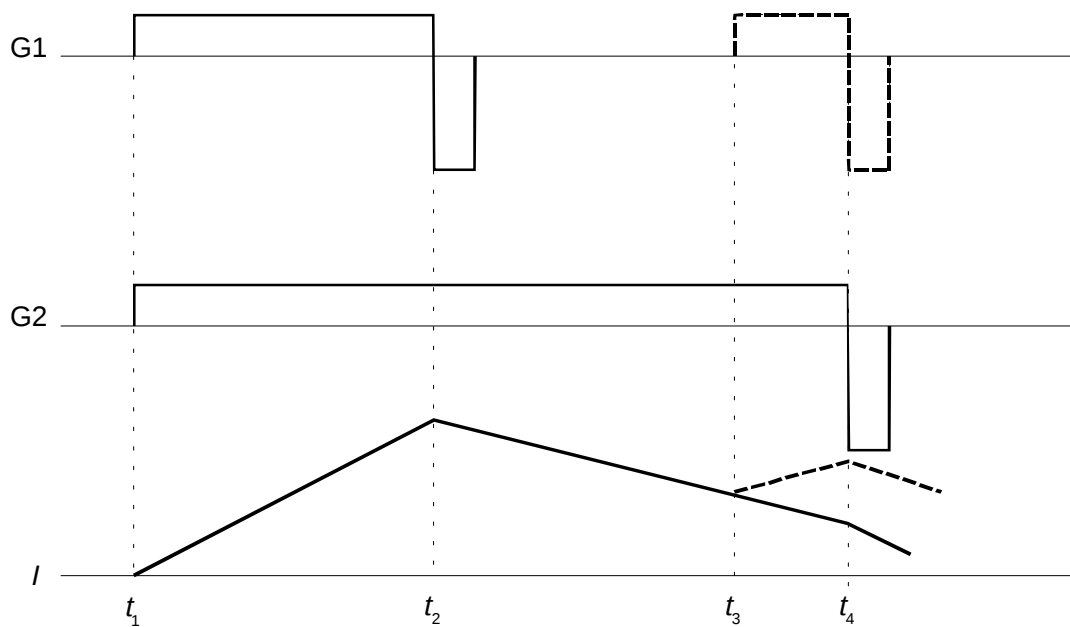


Figure A.3 – Timing chart for GTO gate pulses

A.3.2 Essai de surcourant

Cet essai permet de vérifier que tous les constituants fonctionnent sans dommage. Le point principal consiste à vérifier que les GTO et les diodes tolèrent les contraintes de tension et de courant au niveau de protection contre les surcourants. La procédure d'essai est la même que pour l'essai de sortie assignée.

A.3.3 Essai d'échauffement

Si le convertisseur est prévu pour la génération de puissance réactive, l'essai à facteur de puissance nul est applicable. On utilise alors comme charge une réactance. Dans le cas général d'un facteur de puissance non nul, l'essai dans des conditions assignées exigerait une source de haute puissance en continu et une charge cessant d'être de taille raisonnable. C'est pourquoi une autre méthode est prise en considération.

Pour ce qui concerne uniquement les GTO et les diodes, on peut effectuer un essai en courant continu du module de GTO. La valeur du courant est déterminée de telle manière que la perte de puissance soit égale à la somme des pertes de conduction et des pertes de commutation.

Une autre méthode pratique consiste à utiliser les données provenant d'un essai à facteur de puissance nul. La différence entre l'essai à facteur de puissance nul et l'essai au facteur de puissance spécifié est étudiée dans les paragraphes suivants.

Dans les deux cas (essai en courant continu et essai à facteur de puissance nul), le courant d'essai doit être choisi en fonction de la portion du courant assigné supportée par le dispositif à tester.

A.3.3.1 GTO et diode

Deux cas sont à considérer. Dans le premier cas, le chronogramme de commutation n'est pas déterminé par la phase du courant dans la charge. Un générateur à modulation de largeur d'impulsion asynchrone répond à ce cas. Les pertes de commutation dans les GTO sont indépendantes du facteur de puissance de la charge. Il suffit donc de vérifier la différence dans les pertes de conduction. Dans le second cas, le chronogramme de commutation est fixe par rapport à la phase du courant dans la charge comme pour un convertisseur synchrone à modulation de largeur d'impulsion. Dans ce cas, les pertes de commutation dans les GTO dépendent du facteur de déphasage dans la charge $\cos \phi_1$. On doit vérifier à la fois les pertes de commutation et les pertes de conduction en fonction du facteur de puissance de la charge.

Les pertes à facteur de puissance nul sont calculées et comparées avec les données de l'essai. Si les deux données sont raisonnablement proches, on peut considérer que l'évaluation des pertes et de l'échauffement au facteur de déphasage spécifiée est adéquate. Comme une faible réactance de la charge peut produire des niveaux élevés de courants harmoniques, il est souhaitable d'utiliser une charge de réactance élevée. Cela se limite aux convertisseurs à MLI asynchrones.

A.3.3.2 Circuits d'amortissement

En ce qui concerne les pertes des circuits d'amortissement, les deux cas ci-dessus doivent être pris en compte, comme pour les pertes de commutation des GTO.

A.3.2 Overcurrent test

This test is carried out to verify that all the parts operate without damage. The main point is to verify that GTOs and diodes tolerate the voltage and current stresses at the protection level of overcurrent. The test procedure is the same as for the rated output test.

A.3.3 Temperature-rise test

If the converter is designed for reactive power generation, the zero power factor test is applicable. Then a reactor is used as a load. In the general case of non-zero power factor, however, testing under rated conditions would require an unreasonably high power d.c. source and load. Therefore, another method is considered.

Regarding only the GTOs and diodes, the d.c. current test of a GTO module may be carried out. The amplitude of its current is determined so that the power loss is equal to the sum of the conduction loss and switching loss.

Another practical method is to utilize the data from the zero power factor test. The difference between the zero power factor test and the specified power factor test will be considered in the following subclauses.

In both cases (d.c. current test and zero power factor test) the test current shall be selected according to the share of the rated current which the device under test carries.

A.3.3.1 GTO and diode

Two cases are considered. One is the case that the timing of switching is not fixed to the phase of load current. An asynchronous PWM converter fits this case. GTO switching loss is independent of the load power factor. Thus a check is made only of the difference in the conduction losses. The other is the case that the timing of switching is fixed to the phase of load current like a synchronous PWM converter. In this case GTO switching loss is dependent on the displacement factor of the load $\cos \varphi_1$. Both switching and conduction losses should be checked according to the load power factor.

The loss at zero power factor is calculated and compared with the test data. If both data are reasonably close, the evaluation of loss and temperature rise at the specified displacement factor may be considered to be adequate. Since a low reactance of a load reactor may produce a large harmonic current, high reactance load is desirable. This is limited to the case of asynchronous PWM converters.

A.3.3.2 Snubber circuits

Concerning the snubber circuit loss, the above two cases have to be taken into account, similar to the GTO switching loss.

A.3.3.3 Condensateurs en courant continu

Le courant traversant les condensateurs en courant continu dépend du courant dans la charge, du facteur de puissance de charge, des composantes harmoniques contenues dans le courant de la charge, du facteur de modulation de la commande à modulation de largeur d'impulsion, de l'ondulation de courant provenant de la source d'énergie, etc. Il dépend également des autres éléments du convertisseur. Il convient donc que les données mesurées soient évaluées par comparaison avec les valeurs calculées.

A.3.4 Détermination des pertes de puissance

Au lieu de mesurer directement le rendement, on le calcule par évaluation des pertes dans chacun des constituants ou éléments. La difficulté consiste à évaluer ou à mesurer chacune des pertes. Pour ce qui concerne l'évaluation des pertes de commutation dans les GTO, il est souhaitable de les déterminer à l'aide des formes de la tension et du courant au passage à l'état conducteur et à l'état bloqué obtenues lors de la procédure d'essai ci-dessus. La mesure du courant dans le GTO peut avoir une influence sur la forme de la tension et donc sur les pertes de commutation. Il convient que cette influence soit prise en compte à l'aide d'une correction estimée.

A.3.3.3 DC capacitors

The current through the d.c. capacitors depends upon the load current, the load power factor, harmonic components contained in the load current, the modulation factor of PWM control, the ripple current contained in the power source, etc. It is also influenced by other converter assemblies. Therefore, the measured data should be evaluated in comparison with the calculation.

A.3.4 Power loss determination

Instead of measuring the efficiency directly, it is calculated by loss evaluation of each component or assembly. The point is how to evaluate or measure each loss. Regarding the GTO switching loss evaluation, it is desirable to determine it by the voltage and current waveforms at turn-on and turn-off obtained in the above-proposed test procedure. The measurement of the current in the GTO may influence the voltage waveform and consequently the switching loss. This should be considered by an estimated correction.



Standards Survey

The IEC would like to offer you the best quality standards possible. To make sure that we continue to meet your needs, your feedback is essential. Would you please take a minute to answer the questions overleaf and fax them to us at +41 22 919 03 00 or mail them to the address below. Thank you!

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 Genève 20

Switzerland

or

Fax to: **IEC/CSC** at +41 22 919 03 00

Thank you for your contribution to the standards-making process.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Customer Service Centre (CSC)

International Electrotechnical Commission

3, rue de Varembe

1211 GENEVA 20

Switzerland



Q1 Please report on **ONE STANDARD** and **ONE STANDARD ONLY**. Enter the exact number of the standard: (e.g. 60601-1-1)

.....

Q2 Please tell us in what capacity(ies) you bought the standard (tick all that apply). I am the/a:

- purchasing agent ☐
 librarian ☐
 researcher ☐
 design engineer ☐
 safety engineer ☐
 testing engineer ☐
 marketing specialist ☐
 other.....

Q3 I work for/in/as a:
(tick all that apply)

- manufacturing ☐
 consultant ☐
 government ☐
 test/certification facility ☐
 public utility ☐
 education ☐
 military ☐
 other.....

Q4 This standard will be used for:
(tick all that apply)

- general reference ☐
 product research ☐
 product design/development ☐
 specifications ☐
 tenders ☐
 quality assessment ☐
 certification ☐
 technical documentation ☐
 thesis ☐
 manufacturing ☐
 other.....

Q5 This standard meets my needs:
(tick one)

- not at all ☐
 nearly ☐
 fairly well ☐
 exactly ☐

Q6 If you ticked NOT AT ALL in Question 5 the reason is: (tick all that apply)

- standard is out of date ☐
 standard is incomplete ☐
 standard is too academic ☐
 standard is too superficial ☐
 title is misleading ☐
 I made the wrong choice ☐
 other

Q7 Please assess the standard in the following categories, using the numbers:

- (1) unacceptable,
 (2) below average,
 (3) average,
 (4) above average,
 (5) exceptional,
 (6) not applicable

- timeliness.....
 quality of writing.....
 technical contents.....
 logic of arrangement of contents
 tables, charts, graphs, figures.....
 other

Q8 I read/use the: (tick one)

- French text only ☐
 English text only ☐
 both English and French texts ☐

Q9 Please share any comment on any aspect of the IEC that you would like us to know:

.....





Enquête sur les normes

La CEI ambitionne de vous offrir les meilleures normes possibles. Pour nous assurer que nous continuons à répondre à votre attente, nous avons besoin de quelques renseignements de votre part. Nous vous demandons simplement de consacrer un instant pour répondre au questionnaire ci-après et de nous le retourner par fax au +41 22 919 03 00 ou par courrier à l'adresse ci-dessous. Merci !

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 Genève 20

Suisse

ou

Télécopie: **CEI/CSC** +41 22 919 03 00

Nous vous remercions de la contribution que vous voudrez bien apporter ainsi à la Normalisation Internationale.

A Prioritaire

Nicht frankieren
Ne pas affranchir



Non affrancare
No stamp required

RÉPONSE PAYÉE

SUISSE

Centre du Service Clientèle (CSC)

Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé

1211 GENÈVE 20

Suisse

Q1 Veuillez ne mentionner qu'**UNE SEULE NORME** et indiquer son numéro exact:
(ex. 60601-1-1)
.....

Q2 En tant qu'acheteur de cette norme, quelle est votre fonction?
(cochez tout ce qui convient)
Je suis le/un:

- agent d'un service d'achat ☐
bibliothécaire ☐
chercheur ☐
ingénieur concepteur ☐
ingénieur sécurité ☐
ingénieur d'essais ☐
spécialiste en marketing ☐
autre(s).....

Q3 Je travaille:
(cochez tout ce qui convient)

- dans l'industrie ☐
comme consultant ☐
pour un gouvernement ☐
pour un organisme d'essais/
certification ☐
dans un service public ☐
dans l'enseignement ☐
comme militaire ☐
autre(s).....

Q4 Cette norme sera utilisée pour/comme
(cochez tout ce qui convient)

- ouvrage de référence ☐
une recherche de produit ☐
une étude/développement de produit ☐
des spécifications ☐
des soumissions ☐
une évaluation de la qualité ☐
une certification ☐
une documentation technique ☐
une thèse ☐
la fabrication ☐
autre(s).....

Q5 Cette norme répond-elle à vos besoins:
(une seule réponse)

- pas du tout ☐
à peu près ☐
assez bien ☐
parfaitement ☐

Q6 Si vous avez répondu PAS DU TOUT à Q5, c'est pour la/les raison(s) suivantes:
(cochez tout ce qui convient)

- la norme a besoin d'être révisée ☐
la norme est incomplète ☐
la norme est trop théorique ☐
la norme est trop superficielle ☐
le titre est équivoque ☐
je n'ai pas fait le bon choix ☐
autre(s)

Q7 Veuillez évaluer chacun des critères ci-dessous en utilisant les chiffres
(1) inacceptable,
(2) au-dessous de la moyenne,
(3) moyen,
(4) au-dessus de la moyenne,
(5) exceptionnel,
(6) sans objet

- publication en temps opportun
qualité de la rédaction.....
contenu technique
disposition logique du contenu
tableaux, diagrammes, graphiques,
figures
autre(s)

Q8 Je lis/utilise: (une seule réponse)

- uniquement le texte français ☐
uniquement le texte anglais ☐
les textes anglais et français ☐

Q9 Veuillez nous faire part de vos observations éventuelles sur la CEI:

.....
.....
.....
.....
.....
.....



ISBN 2-8318-5012-6



ICS 31.080.99
