

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
146-1-1**

Troisième édition
Third edition
1991-03

Convertisseurs à semiconducteurs

**Spécifications communes et
convertisseurs commutés par le réseau**

Partie 1-1:

Spécifications des clauses techniques de base

Semiconductor convertors

**General requirements and
line commutated convertors**

Part 1-1:

Specifications of basic requirements

© CEI 1991 Droits de reproduction réservés — Copyright — all rights reserved

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE XB

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

C O R R I G E N D U M

Page 114

Remplacer le tableau 6 existant par le nouveau tableau 6 suivant:

Tableau 6 – Tensions d'essai, moyenne tension

Tension réseau kV	Tension de choc (1,2 μs/50 μs) kV (crête)	Tension alternative (fréquence industrielle) kV (valeur efficace)
$0,5 < U_{LN} \leq 1,1$	non applicable	$1 + 2 U_M \sqrt{2}$
$1,1 < U_{LN} \leq 3,6$	non applicable	$3 U_M \sqrt{2}$
$3,6 < U_{LN} \leq 38$	$15 + 3 U_M \sqrt{2}$	$4 + 1,8 U_M \sqrt{2}$

Page 115

Replace existing table 6 with new table 6 below:

Table 6 – Test voltages, medium voltage

Line voltage kV	Impulse voltage (1,2 μs/50 μs) kV (peak)	A.C. voltage (power frequency) kV r.m.s.
$0,5 < U_{LN} \leq 1,1$	non applicable	$1 + 2 U_M \sqrt{2}$
$1,1 < U_{LN} \leq 3,6$	non applicable	$3 U_M \sqrt{2}$
$3,6 < U_{LN} \leq 38$	$15 + 3 U_M \sqrt{2}$	$4 + 1,8 U_M \sqrt{2}$

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS	8
--------------------	---

Section 1 - Généralités

Articles

1.1	Domaine d'application et objet	10
1.2	Références normatives	12
1.3	Classification des équipements de conversion à semiconducteurs et des valves	14
1.3.1	Classification des équipements de conversion à semiconducteurs	14
1.3.2	Classification des valves électroniques	16
1.4	Liste des principaux symboles littéraux	16
1.4.1	Liste des indices	16
1.4.2	Liste des symboles (les symboles sans ambiguïté ne figurent pas)	18
1.5	Définitions	22
1.5.1	Dispositif semiconducteur (VEI 551-03-05, modifié)	24
1.5.2	Diode semiconductrice de puissance	24
1.5.3	Thyristor	24
1.5.4	Thyristor triode à blocage inverse	24
1.5.5	Thyristor triode à conduction inverse	24
1.5.6	Thyristor triode bidirectionnel (triac)	24
1.5.7	Thyristor à blocage commandé (GTO)	24
1.5.8	Assemblage de dispositifs semiconducteurs	24
1.5.9	Éléments de circuit de convertisseurs	26
1.5.10	Montage convertisseur (VEI 551-04-17)	26
1.5.11	Commande des bras de convertisseurs	28
1.5.12	Quadrants de fonctionnement (côté continu)	28
1.5.13	Commutation et extinction (voir figure 1)	30
1.5.14	Types de commutation	30
1.5.15	Autocommutation (VEI 551-05-06)	30
1.5.16	Types d'extinction	32
1.5.17	Circuit de commutation (VEI 551-05-09)	32
1.5.18	Angle de retard α (de commande) (VEI 551-05-29, modifié)	36
1.5.19	Angle d'avance β	36
1.5.20	Angle de retard inhérent α_p	36
1.5.21	Angle d'extinction γ (VEI 551-05-30, modifié)	36
1.5.22	Définitions des valeurs assignées	38
1.5.23	Définitions des valeurs assignées des blocs et des groupes convertisseurs	42
1.5.24	Définitions relatives au rendement	42
1.5.25	Termes relatifs aux défauts d'un convertisseur	44
1.5.26	Facteurs du côté alternatif	44
1.5.27	Termes relatifs à la tension continue	44
1.5.28	Termes relatifs à la variation de tension continue	48
1.5.29	Définitions relatives au refroidissement	50
1.5.30	Définition des températures	52
1.5.31	Perturbation électrique	54
1.5.32	Niveau d'immunité d'un convertisseur	54
1.5.33	Niveau de perturbation produite par un convertisseur	54
1.5.34	Niveau de référence de la perturbation produite par un convertisseur	56
1.5.35	Rapport de court-circuit, R_{SC}	56
1.5.36	Compatibilité d'un système	56
1.5.37	Types et caractéristiques des perturbations usuelles	56
1.5.38	Distorsion harmonique (VEI 551-06-07)	58

CONTENTS

Page

FOREWORD	9
----------------	---

Section 1 - General

Clause		
1.1	Scope and object	11
1.2	Normative references	13
1.3	Classification of semiconductor power equipment and valves	15
1.3.1	Classification of semiconductor power equipment	15
1.3.2	Classification of semiconductor valves	17
1.4	List of principal letter symbols and subscripts	17
1.4.1	List of subscripts	17
1.4.2	List of symbols (self evident symbols are not listed)	19
1.5	Definitions	23
1.5.1	Semiconductor device (IEV 551-03-05, modified)	25
1.5.2	Power semiconductor diode	25
1.5.3	Thyristor	25
1.5.4	Reverse blocking triode thyristor	25
1.5.5	Reverse conducting triode thyristor	25
1.5.6	Bidirectional triode thyristor (triac)	25
1.5.7	Turn-off thyristor (GTO = Gate Turn Off)	25
1.5.8	Combination of semiconductor devices	25
1.5.9	Convertor circuit elements	27
1.5.10	Convertor connection (IEV 551-04-17)	27
1.5.11	Controllability of convertor arms	29
1.5.12	Quadrants of operation (on d.c. side)	29
1.5.13	Commutation and quenching (see figure 1)	31
1.5.14	Type of commutation	31
1.5.15	Self commutation (IEV 551-05-06)	31
1.5.16	Type of quenching	33
1.5.17	Commutation circuit (IEV 551-05-09)	33
1.5.18	Trigger delay angle α (IEV 551-05-29, modified)	37
1.5.19	Trigger advance angle β	37
1.5.20	Inherent delay angle α_p	37
1.5.21	Extinction angle γ (IEV 551-05-30, modified)	37
1.5.22	Definitions of rated values	39
1.5.23	Definitions of rated values for assemblies and equipment	43
1.5.24	Efficiency definitions	43
1.5.25	Terms used in connection with convertor faults	45
1.5.26	Factors on the a.c. side	45
1.5.27	Terms used in connection with d.c. voltage	45
1.5.28	Terms used in connection with direct voltage regulation	49
1.5.29	Definitions related to cooling	51
1.5.30	Temperature definitions	53
1.5.31	Electrical disturbance	55
1.5.32	Level of immunity of a convertor	55
1.5.33	Level of generated disturbance of a convertor	55
1.5.34	Reference level of generated disturbance of a convertor	57
1.5.35	Relative short-circuit power, R_{SC}	57
1.5.36	Compatibility of a system	57
1.5.37	Types and characteristics of common disturbances	57
1.5.38	Harmonic distortion (IEV 551-06-07)	59

Articles	Pages
Section 2 - Conditions de service	
2.1 Code d'identification de la méthode de refroidissement	58
2.1.1 Symboles à utiliser	58
2.1.2 Disposition des symboles	60
2.2 Conditions d'environnement	62
2.2.1 Circulation de l'air ambiant	62
2.2.2 Conditions usuelles de service	62
2.2.3 Conditions anormales de service	64
2.3 Conditions électriques de service	66
2.3.1 Spécification de l'environnement électrique	66
2.3.2 Implantation non spécifiée	66
2.4 Caractéristiques de charge	66
2.5 Conditions électriques de service en tant que base des caractéristiques	68
2.5.1 Fréquence	68
2.5.2 Tension alternative	68
2.5.3 Déséquilibre de tension	70
2.5.4 Forme d'onde de tension alternative	70
Section 3 - Blocs et équipements convertisseurs	
3.1 Montages et facteurs de calcul	74
3.1.1 Convertisseurs de type normalisé	74
3.1.2 Convertisseurs étudiés à la demande	74
3.2 Facteurs de calcul	74
3.2.1 Rapport de tension	74
3.2.2 Facteur de courant côté réseau	74
3.2.3 Variation de tension	76
3.2.4 Circuit magnétique	76
3.2.5 Facteur de pertes	76
3.3 Pertes et rendement	80
3.3.1 Généralités	80
3.3.2 Pertes à inclure	80
3.3.3 Pertes non incluses	82
3.4 Facteur de puissance	82
3.4.1 Généralités	82
3.4.2 Puissances active, réactive, apparente et facteur de déphasage.	84
3.5 Variation de tension continue	84
3.5.1 Variation propre de la tension continue	84
3.5.2 Influence d'autres convertisseurs	86
3.5.3 Convertisseurs dodécaphasés	88
3.5.4 Convertisseurs survolteurs dévolteurs à commande séquentielle à montage série	88
3.6 Harmoniques des courants et des tensions de ligne	88
3.6.1 Rang des harmoniques	88
3.6.2 Amplification des courants harmoniques	90
3.7 Ondulation de la tension continue	90
3.8 Composante alternative du courant côté continu	90
3.9 Interférences	90
3.9.1 Interférences avec les lignes et les équipements de retard (de commande) et de communications à courant faible de l'installation	90
3.9.2 Interférences avec les réseaux de communication par câbles ou par radio	90

Clause	Page
Section 2 - Service conditions	
2.1 Code of identification for cooling method	59
2.1.1 Letter symbols to be used	59
2.1.2 Arrangement of letter symbols	61
2.2 Environmental conditions	63
2.2.1 Ambient air circulation	63
2.2.2 Normal service conditions	63
2.2.3 Unusual service conditions	65
2.3 Electrical service conditions	67
2.3.1 Electrical environment specification	67
2.3.2 Unknown site conditions	67
2.4 Character of the load	67
2.5 Electrical service conditions as a basis of ratings	69
2.5.1 Frequency	69
2.5.2 A.C. voltage	69
2.5.3 Voltage unbalance	71
2.5.4 A.C. voltage wave form	71
Section 3 - Convertor equipment and assemblies	
3.1 Electrical connection and calculation factors	75
3.1.1 Standard design convertors	75
3.1.2 Special design convertors	75
3.2 Calculation factors	75
3.2.1 Voltage ratio	75
3.2.2 Line side current factor	75
3.2.3 Voltage regulation	77
3.2.4 Magnetic circuit	77
3.2.5 Power loss factor	77
3.3 Losses and efficiency	81
3.3.1 General	81
3.3.2 Included losses	81
3.3.3 Not included losses	83
3.4 Power factor	83
3.4.1 General	83
3.4.2 Power, reactive power, apparent power and displacement factor	85
3.5 Voltage regulation	85
3.5.1 Inherent direct voltage regulation	85
3.5.2 Influence of other convertors	87
3.5.3 Twelve pulse convertors	89
3.5.4 Boost and buck connection convertors (series connection)	89
3.6 Harmonics in line currents and voltages	89
3.6.1 Order of harmonics	89
3.6.2 Amplification of harmonic currents	91
3.7 Direct voltage harmonic content	91
3.8 A.C. current in the direct current output	91
3.9 Interference	91
3.9.1 Interference with in-plant low current control and communication lines	91
3.9.2 Interference with telephone and communication links	91

Articles	Pages
3.10 Valeurs assignées pour les convertisseurs	92
3.10.1 Généralités	92
3.10.2 Valeur assignée de la tension de sortie	92
3.10.3 Valeurs assignées du courant	94
3.10.4 Remarques particulières aux convertisseurs doubles	98
3.11 Marquage	98
3.11.1 Indication claire du constructeur ou du fournisseur	98
3.11.2 Indication du type d'équipement	98
3.11.3 Marquage des bornes d'entrée et de sortie du circuit principal	100
3.11.4 Plaque signalétique	102
Section 4 - Essais des blocs et équipements à semiconducteurs	
4.1 Généralités	106
4.1.1 Essais de type	106
4.1.2 Essais individuels	106
4.1.3 Exécution des essais	106
4.1.4 Programme des essais	108
4.2 Spécification des essais	110
4.2.1 Essais d'isolement	110
4.2.2 Essai de fonctionnement et essai à faible charge	114
4.2.3 Essai au courant assigné	116
4.2.4 Détermination des pertes dans les blocs et les équipements	116
4.2.5 Essai d'échauffement	120
4.2.6 Mesure du facteur de puissance	120
4.2.7 Vérification des dispositifs auxiliaires	120
4.2.8 Mesure de la variation propre de tension	122
4.2.9 Vérification des propriétés des circuits de commande	122
4.2.10 Vérification des dispositifs de protection	122
4.2.11 Essai d'immunité	122
4.2.12 Essai d'aptitude aux surcharges	124
4.2.13 Perturbations radioélectriques rayonnées et conduites	124
4.2.14 Bruit audible	124
4.2.15 Mesure de la tension et du courant d'ondulation	124
4.2.16 Essais supplémentaires	124
4.3 Tolérances	126
Annexe A (informative) Index alphabétique des définitions	128
Annexe B (informative) Bibliographie	134

Figures

1 - Types de commutation	34
2 - Exemple d'angles	38
3 - Variation de tension continue	48
4 - Formes de tension c.a.	72

Tableaux

1 - Montages et facteurs de calcul	78
2 - Classes de service normalisées	96
3 - Exemples de cycles de charge	100
4 - Sommaire d'essais	108
5 - Tensions d'essai, basse tension	114
6 - Tensions d'essai, moyenne tension	114

Clause	Page
3.10 Rated values for convertors	93
3.10.1 General	93
3.10.2 Rated output voltage	93
3.10.3 Rated current values	95
3.10.4 Particular remarks for double convertors	99
3.11 Markings	99
3.11.1 Clear indication of manufacturer or supplier	99
3.11.2 Indication of the type of equipment	99
3.11.3 Marking of the input and output terminals of the main circuit	101
3.11.4 Rating plate	103

Section 4 - Tests for valve device assemblies and convertor equipment

4.1 General	107
4.1.1 Type tests	107
4.1.2 Routine tests	107
4.1.3 Performance of tests	107
4.1.4 Test schedule	109
4.2 Test specifications	111
4.2.1 Insulation tests	111
4.2.2 Light load and functional test	115
4.2.3 Rated current test	117
4.2.4 Power loss determination for assemblies and equipment	117
4.2.5 Temperature rise test	121
4.2.6 Power factor measurements	121
4.2.7 Checking of auxiliary devices	121
4.2.8 Measurement of the inherent voltage regulation	123
4.2.9 Checking the properties of the control equipment	123
4.2.10 Checking the protective devices	123
4.2.11 Immunity test	123
4.2.12 Overcurrent capability test	125
4.2.13 Radio frequency generated interference and conducted noise	125
4.2.14 Audible noise	125
4.2.15 Measurement of ripple voltage and current	125
4.2.16 Additional tests	125
4.3 Tolerances	127
Annex A (informative) Index of definitions	129
Annex B (informative) Bibliography	135

Figures

1 - Types of commutation.	35
2 - Illustration of angles	39
3 - Voltage regulation	49
4 - A.C. voltage waveforms	73

Tables

1 - Connections and calculation factors	79
2 - Standard duty classes	97
3 - Examples of load cycles	101
4 - Summary of tests	109
5 - Test voltages, low voltage	115
6 - Test voltages, medium voltages	115

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS

**Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau
Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 22B: Convertisseurs à semiconducteurs, du Comité d'Etudes n° 22 de la CEI: Electronique de puissance. Cette norme constitue la partie 1 de la nouvelle édition de la CEI 146 qui remplace partiellement la CEI 146 (1973) ainsi que sa Modification n° 1 (1975).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure des Deux Mois	Rapport de vote
22B(BC)50	22B(BC)54	22B(BC)55	22B(BC)57

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR CONVERTORS

General requirements and line commutated convertors
Part 1-1: Specifications of basic requirements

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subject dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This standard has been prepared by Sub-Committee 22B: Semiconductor Convertors, of IEC Technical Committee No. 22: Power electronics. It constitutes Part 1 of IEC 146 and partly replaces IEC 146 (1973) and its Amendment No. 1 (1975).

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

Six Months' Rule	Report on the Voting	Two Months' Procedure	Report on the Voting
22B(CO)50	22B(CO)54	22B(CO)55	22B(CO)57

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

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS

Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base

Section 1 - Généralités

1.1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale a pour objet de définir les règles relatives aux caractéristiques de fonctionnement de tous les convertisseurs électroniques de puissance ainsi que des commutateurs électroniques de puissance utilisant des valves électroniques, commandables ou non.

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

Cette norme est prévue en premier lieu pour spécifier les clauses techniques de base applicables aux convertisseurs à commutation par le réseau, pour la conversion alternative-continue ou vice versa. Certaines parties de cette Norme sont aussi applicables à d'autres types de convertisseurs électroniques de puissance et doivent être appliquées dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec d'autres Normes CEI additionnelles pour convertisseurs de puissance, publiées ou qui pourraient être publiées par la CEI.

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

Les buts principaux de cette norme sont les suivants:

Partie 1-1, CEI 146-1-1, Spécifications des clauses techniques de base

- établir les termes de base et les définitions;
- spécifier les conditions d'emploi qui ont une influence sur le dimensionnement;
- spécifier les essais requis pour les sous-ensembles et pour les équipements convertisseurs des types les plus usuels (pour les types spéciaux, voir la CEI 146-1-2);
- spécifier les règles fondamentales de fonctionnement;
- donner les règles d'emploi des convertisseurs de puissance à semiconducteurs.

SEMICONDUCTOR CONVERTORS

General requirements and line commutated convertors Part 1-1: Specifications of basic requirements

Section 1 - General

1.1 Scope and object

This International Standard specifies the requirements for the performance of all electronic power convertors and electronic power switches using controllable and/or non-controllable electronic valves.

The electronic valves mainly comprise semiconductor devices, i.e. diodes and various types of thyristors and transistors, such as reverse blocking or conducting thyristors, turn-off thyristors, triacs and power transistors. The devices may be controlled by means of current, voltage or light. Non-bistable devices are assumed to be operated in the switched mode.

This standard is primarily intended to specify the requirements applicable to line commutated convertors for conversion of a.c. power to d.c. power or vice versa. Parts of this standard are applicable also to other types of electronic power convertors and should be regarded as a standard for them in so far as it is not in contradiction to additional IEC Standards for particular types of semiconductor convertors given in existing or future IEC Publications.

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

The main purposes of this standard are as follows:

Part 1-1, IEC 146-1-1, Specifications of basic requirements.

- to establish basic terms and definitions;
- to specify service conditions which influence the basis of rating;
- to specify test requirements for complete convertor equipment and assemblies, standard design, (for special design see IEC 146-1-2);
- to specify basic performance requirements;
- to give application oriented requirements for semiconductor power convertors.

Partie 1-2, CEI 146-1-2, Guide d'application

- apporter des informations complémentaires relatives aux conditions d'essai ainsi qu'aux constituants principaux (par exemple dispositifs semiconducteurs) en vue de leur emploi dans les convertisseurs de puissance à semiconducteurs, pour compléter ou modifier les normes existantes;
- fournir des données utiles, des coefficients, des formules et des diagrammes utilisés dans la pratique des convertisseurs de puissance.

Partie 1-3, CEI 146-1-3, Transformateurs et bobines d'inductance

- donner des informations supplémentaires sur les caractéristiques des transformateurs pour convertisseurs qui diffèrent de celles des transformateurs de puissance ordinaires. Pour tous les autres points, les règles spécifiées dans la CEI 76 s'appliquent aux transformateurs pour convertisseurs, dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec la présente norme.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication de cette norme, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur cette norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 50(151): 1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* - Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.

CEI 50(441): 1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* - Chapitre 441: Appareillage et fusibles.

CEI 50(551): 1982, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* - Chapitre 551: Electronique de puissance.

CEI 50(601): 1985, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI)* - Chapitre 601: Production, transport et distribution de l'énergie électrique. Généralités.

CEI 76: 1976, *Transformateurs de puissance*.

CEI 555-1: 1982, *Perturbations produites dans les réseaux d'alimentation par les appareils électrodomestiques et les équipements analogues*. Première partie: Définitions.

CEI 664: 1980, *Coordination de l'isolement dans les systèmes (réseaux) à basse tension y compris les distances d'isolement dans l'air et les lignes de fuite des matériels*.

CEI 725: 1981, *Considérations sur les impédances de référence à utiliser pour la détermination des caractéristiques de perturbation des appareils électrodomestiques et les équipements analogues*.

D'autres publications de la CEI sont citées pour information dans l'annexe B: Bibliographie.

Part 1-2, IEC 146-1-2, Application guide

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

Part 1-3, IEC 146-1-3, Transformers and reactors

- to give additional information on characteristics wherein convertor transformers differ from ordinary power transformers. In all other respects, the rules specified in IEC 76, shall apply to convertor transformers, as far as they are not in contradiction with this standard.

1.2 Normative references

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

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* - Chapter 151: Electrical and magnetic devices.

IEC 50(441): 1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* - Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses.

IEC 50(551): 1982, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* - Chapter 551: Power Electronics.

IEC 50(601): 1985, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV)* - Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity. General.

IEC 76: 1976, *Power transformers*.

IEC 555-1: 1982, *Disturbances in supply systems caused by household appliances and similar electrical equipment* - Part 1: Definitions.

IEC 664: 1980, *Insulation co-ordination within low-voltage systems including clearances and creepage distances for equipment*.

IEC 725: 1981, *Considerations on reference impedance for use in determining the disturbance characteristics of household appliances and similar electrical equipment*.

Some other IEC publications are quoted for information in Annex B: Bibliography.