

**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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 146-1-1: 1991

AVA Documents
Document Sharing Hub

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 auprès du Bureau Central de la CEI.

Les renseignements relatifs à ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et dans les documents ci-dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 50: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui se présente sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande. Voir également le dictionnaire multilingue de la CEI.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit tirés du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la CEI 27: *Symboles littéraux à utiliser en électro-technique;*
- la CEI 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles;*
- la CEI 617: *Symboles graphiques pour schémas;*

et pour les appareils électromédicaux,

- la CEI 878: *Symboles graphiques pour équipements électriques en pratique médicale.*

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 27, de la CEI 417, de la CEI 617 et/ou de la CEI 878, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même comité d'études

L'attention du lecteur est attirée sur les listes figurant à la fin de cette publication, qui énumèrent les publications de la CEI préparées par le comité d'études qui a établi la présente publication.

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 from the IEC Central Office.

Information on the revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC 50: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field. Full details of the IEV will be supplied on request. See also the IEC Multilingual Dictionary.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications:

- IEC 27: *Letter symbols to be used in electrical technology;*
- IEC 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets;*
- IEC 617: *Graphical symbols for diagrams;*

and for medical electrical equipment,

- IEC 878: *Graphical symbols for electromedical equipment in medical practice.*

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 27, IEC 417, IEC 617 and/or IEC 878, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same technical committee

The attention of readers is drawn to the end pages of this publication which list the IEC publications issued by the technical committee which has prepared the present publication.

**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



Documents

Document Sharing Hub

CORRIGENDUM

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	$3 U_M \sqrt{2}$
$3,6 < U_{LN} \leq 38$	$15 + 3 U_M \sqrt{2}$	$4 + 1,8 U_M \sqrt{2}$

Août 1993

August 1993

Withdrawn

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	Eléments 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 - Converter 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 CONVERTORSGeneral 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 œuvre différents modes de conversion, soit utilisent différents types de commutation (par exemple convertisseurs autocommutés à semiconducteurs), soit correspondent à des applications particulières (par exemple convertisseurs 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 converter practice.

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

- to give additional information on characteristics wherein converter transformers differ from ordinary power transformers. In all other respects, the rules specified in IEC 76, shall apply to converter 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.

1.3 Classification des équipements de conversion à semiconducteurs et des valves

1.3.1 Classification des équipements de conversion à semiconducteurs

Un ensemble de publications de la CEI, applicable à la grande variété des types d'équipement à semiconducteurs de puissance, rend nécessaire d'établir une classification qui peut être faite d'après les caractéristiques suivantes:

a) Type de conversion ou de découplage:

- 1) conversion c.a.-c.c. (redresseur);
- 2) conversion c.c.-c.a. (onduleur);
- 3) conversion c.c.-c.c. (convertisseur c.c.-c.c. direct ou indirect);
- 4) conversion c.a.-c.a. (convertisseur c.a.-c.a. direct ou indirect);
- 5) découplage (périodique ou non périodique).

b) Objectif de la conversion. Dans un circuit de puissance, le convertisseur change ou règle une ou plusieurs des caractéristiques telles que:

- 1) fréquence (fréquence nulle comprise);
- 2) niveau de tension;
- 3) nombre de phases;
- 4) flux de puissance réactive;
- 5) qualité de la tension fournie à l'utilisation.

c) Mode de blocage de valve (voir figure 1). Une valve à semiconducteur peut être bloquée soit par commutation, ce qui implique le transfert de courant vers une autre valve, soit par extinction si le courant dans la valve s'annule avant mise en conduction d'une autre valve.

NOTE - Suivant la charge, les deux types de blocage de valve peuvent apparaître dans le fonctionnement normal d'un convertisseur c.a.-c.c. La classification est faite d'après le fonctionnement normal, au courant de pleine charge.

Les types de blocage de valve peuvent être caractérisés par la source de la tension de blocage:

- 1) commutation externe (extinction);
- 1A) commutation par le réseau (extinction);
- 1B) commutation par la charge (extinction);
- 2) autocommutation (voir aussi 1.3.2, note 2).

d) Type de circuit à courant continu: Lorsqu'un convertisseur est raccordé à au moins un circuit à courant continu, il peut être habituellement totalement ou partiellement classé comme source de courant si le courant continu est lissé, ou comme source de tension si la tension continue est lissée.

Pour un convertisseur reliant un circuit c.a. à un circuit c.c., la fonction de redresseur implique le transfert de puissance du côté c.a. vers le côté c.c. et l'inversion de ce transfert lors du fonctionnement en onduleur.

Pour chacun des modes de fonctionnement, le courant est unidirectionnel dans le cas d'une source de courant, mais la tension peut changer de polarité suivant la direction du transfert de puissance. C'est l'inverse dans le cas d'une source de tension.

1.3 Classification of semiconductor power equipment and valves

1.3.1 Classification of semiconductor power equipment

A general synopsis of IEC Publications, applying to the great variety of types of semiconductor power equipment, requires a classification that can be based on the following characteristics:

a) Type of conversion and switching:

- 1) a.c. to d.c. conversion (rectifier);
- 2) d.c. to a.c. conversion (inverter);
- 3) d.c. to d.c. conversion (direct or indirect d.c. to d.c. convertor);
- 4) a.c. to a.c. conversion (direct or indirect a.c. to a.c. convertor);
- 5) switching (periodic or non-periodic).

b) Purpose of conversion: In a power system the convertor changes or controls one or more characteristics such as:

- 1) frequency (including zero frequency);
- 2) voltage level;
- 3) number of phases;
- 4) flow of reactive power;
- 5) quality of load power.

c) Type of valve turn-off: (see figure 1). A semiconductor valve can be turned off either by commutation implying that the current of the valve is transferred to another valve or by quenching if the current of the valve falls to zero before another valve is turned on.

NOTE - Both types of valve turn-off may occur in normal operation of a.c. to d.c. convertors depending on the load. The classification is based on normal operation, full load current.

The types of valve turn-off can be characterized by the source of the turn-off voltage:

- 1) external commutation (quenching);
 - 1A) line commutation (quenching);
 - 1B) load commutation (quenching);
- 2) self commutation (see also 1.3.2, note 2).

d) Type of d.c. system: Convertors connected to at least one d.c. system can usually be wholly or partly classified as current source or voltage source depending on whether the current or the voltage on the d.c. side is smoothed.

For a convertor connecting an a.c. system to a d.c. system, rectification implies a power flow from the a.c. to the d.c. side and inversion a power flow in the opposite direction.

For each mode of operation, in a current source system the current is unidirectional, but the voltage polarity depends on the direction of the power flow. In a voltage source system the converse applies.

1.3.2 Classification des valves électroniques

Dans les circuits de puissance d'un équipement de conversion, les valves utilisées peuvent être rangées dans les catégories suivantes:

- 1) valves non commandables à caractéristique de conduction directe et de blocage inverse (valve à diode);
- 2) valves à caractéristique de conduction commandable dans le sens direct et à blocage inverse (par exemple valve à thyristor à conduction inverse);
- 3) valves à caractéristique de conduction directe commandable et à conduction inverse (par exemple valve à thyristor à conduction inverse);
- 4) valves à caractéristique de conduction commandable dans les deux sens (par exemple valve triac).

NOTES

1 Une valve est commandable si elle peut être portée de l'état non passant à l'état passant au moyen d'un signal de commande.

2 Les valves à transistors et à thyristors à blocage commandé peuvent être bloquées au moyen d'un signal appliqué sur l'électrode de commande. Les thyristors et les triacs n'ont pas cette propriété et doivent être bloqués par les tensions et par les courants du circuit de puissance.

1.4 Liste des principaux symboles littéraux

1.4.1 Liste des indices

0 (zéro)	à vide
c	de commutation
C	court-circuit
d	courant ou tension continue
f	dépendant de la fréquence
h	relatif à l'harmonique de rang h
i	idéal
L	se rapportant au réseau ou à la source
m	maximal
min	minimal
N	valeur assignée, ou à la valeur assignée de la charge
p	inhérent (propre)

1.3.2 Classification of semiconductor valves

Valves used in the power circuits of power electronic equipment can be divided into the following categories:

- 1) non controllable valve with a conductive forward and a blocking reverse characteristic (diode valve);
- 2) valve with a controllable forward and a blocking reverse characteristic (for example reverse blocking thyristor valve);
- 3) valve with a controllable forward and a conductive reverse characteristic (for example reverse conducting thyristor valve);
- 4) valve which is controllable in both directions (for example triac valve).

NOTES

- 1 A valve is controllable if it can be switched from the blocking to the conducting state by means of a control signal.
- 2 Transistor and turn-off thyristor valves can be turned off by a signal applied to or taken off the gate. Thyristors and triacs do not have this property and must be turned off by main circuit voltages and currents.

1.4 List of principal letter symbols and subscripts

1.4.1 List of subscripts

0 (zero)	at no load
<i>c</i>	commutating
<i>C</i>	short-circuit
<i>d</i>	direct current or voltage
<i>f</i>	dependent of frequency
<i>h</i>	pertaining to harmonic component of order <i>h</i>
<i>i</i>	ideal
<i>L</i>	referring to line or source
<i>m</i>	maximum
<i>min</i>	minimum
<i>N</i>	rated value or at rated load
<i>p</i>	inherent

R	répétitive (surtension)
r	résistive
S	non répétitive (surtension)
v	du côté valves
x	inductive
α	valeur réglée obtenue par variation d'angle de retard (de commande)

1.4.2 Liste des symboles (les symboles sans ambiguïté ne figurent pas)

d_{xtN}	variation inductive de tension due au transformateur, rapportée à U_{di}
e_{xN}	composante inductive de la tension rapportée à la tension de court-circuit du transformateur au courant I_{LN}
f_N	fréquence assignée
g	nombre d'ensembles de groupes commutants entre lesquels se partage I_{dN}
h	rang d'un harmonique
I_d	courant continu (valeur spécifiée quelconque)
I_{dN}	valeur assignée du courant continu
I_{dmN}	valeur assignée permanente (maximale) du courant continu
I_L	courant du côté alternatif (du convertisseur ou du transformateur s'il existe) (valeur efficace)
I_{LN}	valeur assignée de I_L
I_{1LN}	composante efficace fondamentale de I_{LN}
I_{hLN}	valeur efficace de l'harmonique de rang h de I_{LN}
I_{vN}	valeur assignée du côté valves du transformateur
p	indice de pulsation
P	puissance active
P_{LN}	puissance active, côté réseau, à la charge assignée
q	indice de commutation
Q_{1LN}	puissance réactive, côté réseau, à la charge assignée
R_{SC}	rapport de la puissance de court-circuit à la puissance apparente

R	repetitive (overvoltage)
r	resistive
S	non-repetitive (overvoltage)
v	valve side
x	inductive
α	controlled value (by delay angle)

1.4.2 List of symbols (self evident symbols are not listed)

d_{xtN}	inductive direct voltage regulation due to convertor transformer referred to U_{di}
e_{xN}	inductive component of the relative short-circuit voltage of the convertor transformer corresponding to I_{LN}
f_N	rated frequency
g	number of sets of commutating groups between which I_{dN} is divided
h	order of harmonic
I_d	direct current (any defined value)
I_{dN}	rated direct current
I_{dmN}	rated continuous direct current (maximum value)
I_L	r.m.s. current on line side (of convertor or transformer if included)
I_{LN}	rated value of I_L
I_{1LN}	r.m.s. value of the fundamental component of I_{LN}
I_{hLN}	r.m.s. value of harmonic order h of I_{LN}
I_{vN}	rated value on valve side of transformer
p	pulse number
P	active power
P_{LN}	power on line side at rated load
q	commutation number
Q_{1LN}	reactive power on line side at rated load
R_{SC}	relative short-circuit power

s	nombre de groupes commutants montés en série
S_{com}	puissance de court-circuit calculée aux bornes à courant alternatif des bras commutants
S_C	puissance de court-circuit de la source
S_{Cmin}	valeur minimale de S_C
S_{LN}	puissance apparente assignée côté réseau
S_{1LN}	valeur de S_{LN} correspondant à I_{1LN}
S_{tN}	puissance apparente assignée du transformateur
u	angle d'empiétement (angle de commutation)
U_d	tension continue (valeur quelconque)
U_{d0}	tension continue conventionnelle à vide
$U_{d0\alpha}$	valeur de U_{d0} pour l'angle de retard (de commande) α
U_{d00}	tension continue réelle à vide
U_{di}	tension continue fictive à vide
$U_{di\alpha}$	tension continue fictive à vide, avec réglage
U_{dN}	tension continue assignée
U_{dxN}	variation de tension inductive totale au courant assigné
U_{hL}	valeur efficace de l'harmonique de rang h de U_L
U_{iM}	tension fictive de crête à vide apparaissant entre les bornes d'extrémité d'un bras, en négligeant les surtensions transitoires internes ou externes et les chutes de tension à vide dans les valves. Le rapport reste le même à faible charge, au voisinage du courant critique
U_L	tension entre phases côté réseau du convertisseur ou du transformateur s'il existe
U_{LN}	valeur assignée de U_L
U_{LRM}	valeur maximale instantanée de U_L incluant les surtensions répétitives mais excluant les surtensions non répétitives
U_{LSM}	valeur maximale instantanée de U_L incluant les surtensions non répétitives
U_{LWM}	valeur maximale instantanée de U_L excluant toute surtension transitoire
U_M	tension maximale de crête (voir 4.2.1.4)

s	number of series connected commutating groups
S_{com}	short-circuit power calculated at the a.c. terminals of the commutating arms
S_C	short-circuit power of the supply source
S_{Cmin}	minimum value of S_C
S_{LN}	rated apparent power on line side
S_{1LN}	value of S_{LN} based on I_{1LN}
S_{tN}	transformer rated apparent power
u	angle of overlap (commutation angle)
U_d	direct voltage (any defined value)
U_{d0}	conventional no load direct voltage
$U_{d0\alpha}$	value of U_{d0} with trigger delay angle α
U_{d00}	real no-load direct voltage
U_{di}	ideal no-load direct voltage
$U_{di\alpha}$	controlled ideal no-load direct voltage
U_{dN}	rated direct voltage
U_{dxN}	total inductive direct voltage regulation at rated direct current
U_{hL}	r.m.s. value of harmonic order h of U_L
U_{iM}	ideal crest no-load voltage, appearing between the end terminals of an arm neglecting internal and external voltage surge and voltage drops in valves, at no load. The ratio remains the same at light load current close to the transition current.
U_L	line-to-line voltage on line side of convertor or transformer, if any
U_{LN}	rated value of U_L
U_{LRM}	maximum instantaneous value of U_L including repetitive overvoltage but excluding non repetitive overvoltages
U_{LSM}	maximum instantaneous value of U_L including non repetitive overvoltages
U_{LWM}	maximum instantaneous value of U_L excluding transient overvoltages
U_M	maximum peak voltage (see 4.2.1.4)

U_{v0}	tension entre phases à vide côté réseau du convertisseur ou côté valve du transformateur s'il existe
U_{vN}	tension assignée côté valve du transformateur
X_{tN}	variation inductive de tension du transformateur en unités réduites
α	angle de retard (de commande)
α_p	angle de retard inhérent
β	angle d'avance
γ	angle d'extinction
δ	nombre de groupes commutant simultanément, par primaire (ou bobine d'inductance
λ	facteur global de puissance
ν	facteur de déformation
φ_1	angle de déphasage de la composante fondamentale de I_L

1.5 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent. Dans la présente norme, on utilise chaque fois que possible des définitions du VEI, en particulier celles de la CEI 50(551).

La méthode adoptée est la suivante:

- 1) lorsqu'il existe une définition VEI appropriée, on indique le titre et la référence sans répéter le texte;
- 2) lorsqu'une définition VEI nécessite de plus amples précisions ou des informations complémentaires, on indique le titre, la référence et le texte ajouté;
- 3) lorsqu'il n'existe pas de définition VEI, on indique le titre et le texte;
- 4) les définitions figurent en:
 - A) pour les termes généraux (1.5.1 à 1.5.28);
 - B) pour les conditions de service (1.5.29 à 1.5.30);
 - C) pour les définitions concernant la compatibilité (1.5.31 à 1.5.37).

Un index alphabétique figure en annexe A (informative).

U_{v0}	no-load line-to-line voltage on the line side of the convertor or on the valve side of the transformer, if any
U_{vN}	rated voltage on the valve side of the transformer
X_{tN}	inductive voltage drop of the transformer in per unit
α	trigger delay angle
α_p	inherent delay angle
β	trigger advance angle
γ	extinction angle
δ	number of commutating groups commutating simultaneously per primary
λ	total power factor
ν	deformation factor
φ_1	displacement angle of the fundamental component of I_L

1.5 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply. In this standard, IEC definitions are used wherever possible, particularly those in IEC 50(551).

The policy adopted is as follows:

- 1) when a suitable IEC definition exists, the title and reference are given without repeating the text;
- 2) when an existing IEC definition needs amplification or additional information, the title, the reference and the additional text are given;
- 3) when no IEC definition exists, the title and the text are given;
- 4) the definitions appear under:
 - A) for general terms (1.5.1 to 1.5.28);
 - B) for service conditions (1.5.29 to 1.5.30);
 - C) for definitions concerning compatibility (1.5.31 to 1.5.37).

An alphabetical index is given in Annex A (informative).

A) Termes généraux

1.5.1 Dispositif semiconducteur (VEI 551-03-05, modifié)

Dispositif dont les caractéristiques essentielles sont dues au flux de porteurs de charges à l'intérieur d'un semiconducteur.

1.5.2 Diode semiconductrice de puissance

Dispositif semiconducteur à deux bornes prévu pour le redressement présentant une caractéristique tension/courant dissymétrique.

NOTE - Sauf mention particulière, ce terme se rapporte à un dispositif ayant la caractéristique tension/courant d'une jonction unique PN.

1.5.3 Thyristor

Dispositif semiconducteur bistable comprenant trois jonctions ou plus, qui peut être porté de l'état non conducteur à l'état conducteur.

NOTE - Le terme "thyristor" est utilisé de manière générale pour désigner tout dispositif de type PNPN. Il peut être utilisé seul pour tout élément de la famille des thyristors lorsqu'un tel usage ne prête pas à confusion ou à malentendu. En particulier, le terme abrégé "thyristor" est couramment employé pour le thyristor triode à blocage inverse, antérieurement désigné par "redresseur commandé au silicium".

1.5.4 Thyristor triode à blocage inverse

Thyristor à trois électrodes qui ne se met pas en conduction pour une tension négative d'anode, mais présente un état bloqué en inverse.

1.5.5 Thyristor triode à conduction inverse

Thyristor à trois électrodes qui ne se bloque pas pour une tension négative d'anode et conduit un fort courant inverse pour une tension d'amplitude comparable à la tension de conduction directe.

1.5.6 Thyristor triode bidirectionnel (triac)

Thyristor à trois électrodes ayant sensiblement les mêmes propriétés de conduction et de blocage dans le premier et dans le troisième quadrant de la caractéristique principale.

1.5.7 Thyristor à blocage commandé (GTO)

Thyristor qui peut être porté de l'état passant à l'état non passant et vice versa par application de signaux de commande de polarité appropriée sur l'électrode de commande.

1.5.8 Assemblage de dispositifs semiconducteurs

1.5.8.1 Bloc (d'éléments de valves) (VEI 551-03-11)

A) General terms

1.5.1 *Semiconductor device (IEV 551-03-05, modified)*

Device whose essential characteristics are due to the flow of charge carriers within a semiconductor.

1.5.2 *Power semiconductor diode*

Two-terminal semiconductor device having an asymmetrical voltage/current characteristic, designed for use in power convertor connections.

NOTE - Unless otherwise qualified, this term usually means a device with a voltage current characteristic typical of a single PN junction.

1.5.3 *Thyristor*

Bi-stable semiconductor device comprising three or more functions which can be switched from the off-state to the on-state.

NOTE - The term "thyristor" is used as a generic term to cover the whole range of PNP type devices. It may be used by itself for any member of the thyristor family when such use does not result in ambiguity or misunderstanding. In particular, the term "thyristor" is widely used for reverse blocking triode thyristor, formerly called "silicon controlled rectifier".

1.5.4 *Reverse blocking triode thyristor*

Three-terminal thyristor which does not turn on for negative anode voltage but exhibits a reverse blocking gate.

1.5.5 *Reverse conducting triode thyristor*

Three-terminal thyristor which does not block for negative anode voltage but conducts large reverse currents at voltages comparable in magnitude to the forward on-state voltages.

1.5.6 *Bidirectional triode thyristor (triac)*

Three-terminal thyristor having substantially the same switching behaviour in the first and third quadrants of the principal characteristic.

1.5.7 *Turn-off thyristor (GTO = Gate Turn Off)*

Thyristor which can be switched from the on-state to the off-state and vice versa by applying control signals of appropriate polarity to the gate terminal.

1.5.8 *Combination of semiconductor devices*

1.5.8.1 *(Valve device) stack (IEV 551-03-11)*

1.5.8.2 Ensemble (d'éléments de valves) (VEI 551-03-12)

1.5.8.3 Convertisseur (électronique) (de puissance) (VEI 551-02-01, modifié)

Ensemble fonctionnel assurant une conversion électronique de puissance, comprenant un ou plusieurs éléments de valves, transformateur(s), appareillage essentiel et autres auxiliaires s'il y a lieu. Il peut comprendre l'équipement de commande de gâchette.

1.5.8.4 Dispositif de commande de gâchette

Dispositif qui fournit à partir d'un signal de commande, les impulsions d'amorçage appropriées à des éléments de valve commandés d'un convertisseur ou interrupteur de puissance et qui comporte des circuits temporisateurs ou déphaseurs, des circuits générateurs d'impulsions et, en règle générale, des circuits d'alimentation.

1.5.8.5 Equipement de commande d'un système

Equipement associé à un équipement ou à un système convertisseur qui assure le réglage automatique des caractéristiques de sortie du convertisseur en fonction d'une grandeur contrôlée (par exemple vitesse d'un moteur, force de traction, etc.).

1.5.9 Eléments de circuit de convertisseurs

1.5.9.1 Valve (dans un circuit) (VEI 551-04-01)

1.5.9.2 Bras (de valve) (VEI 551-04-04)

1.5.9.3 Bras principal (VEI 551-04-05, modifié)

Bras (de valve) assurant le transfert principal de puissance d'un côté à l'autre du convertisseur ou de l'interrupteur.

1.5.9.4 Bras auxiliaire (VEI 551-04-12)

1.5.9.5 Bras de shuntage (dérivation) (VEI 551-04-13)

1.5.9.6 Bras de roue libre (VEI 551-04-14)

1.5.9.7 Bras d'extinction (VEI 551-04-15)

1.5.9.8 Bras de retour (VEI 551-04-16)

1.5.10 Montage convertisseur (VEI 551-04-17)

1.5.10.1 Montage de base d'un convertisseur (VEI 551-04-18)

1.5.8.2 *(Valve device) assembly (IEV 551-03-12)*

1.5.8.3 *(Electronic) (power) convertor (IEV 551-02-01, modified)*

An operative unit for electronic power conversion comprising one or more assemblies together with convertor transformer(s), essential switching devices and other auxiliaries, if any. It may include the trigger equipment.

1.5.8.4 *Trigger equipment (gating equipment)*

Equipment which provides suitable trigger pulses from a control signal for controllable valve devices in a convertor or power switch including timing or phase shifting circuits, pulse generating circuits and usually power supply circuits.

1.5.8.5 *System control equipment*

Equipment associated with a convertor equipment or system which performs automatic adjustment of the convertor output characteristics as a function of a controlled quantity (for example motor speed, tractive force, etc.).

1.5.9 *Convertor circuit elements*

1.5.9.1 *(Circuit) valve (IEV 551-04-01)*

1.5.9.2 *(Valve) arm (IEV 551-04-04)*

1.5.9.3 *Principal arm (IEV 551-04-05, modified)*

A (valve) arm involved in the major transfer of power from one side of the convertor or electronic switch to the other.

1.5.9.4 *Auxiliary arm (IEV 551-04-12)*

1.5.9.5 *By-pass arm (IEV 551-04-13)*

1.5.9.6 *Free-wheeling arm (IEV 551-04-14)*

1.5.9.7 *Turn-off arm (IEV 551 04-15)*

1.5.9.8 *Regenerative arm (IEV 551-04-16)*

1.5.10 *Convertor connection (IEV 551-04-17)*

1.5.10.1 *Basic convertor connection (IEV 551-04-18)*

1.5.10.2 *Montage à simple voie (d'un convertisseur) (VEI 551-04-21)*

1.5.10.3 *Montage à double voie (d'un convertisseur) (VEI 551-04-22)*

1.5.10.4 *Montage homogène (VEI 551-04-24)*

1.5.10.5 *Montage hétérogène (VEI 551-04-27)*

1.5.10.6 *Montage en série (VEI 551-04-30, modifié)*

Montage de convertisseur dans lequel deux convertisseurs ou plus sont connectés de manière telle que leurs tensions s'ajoutent.

1.5.10.7 *Montage survolteurs-dévolteurs (VEI 551-04-31, modifié)*

Montage en série dans lequel les montages convertisseurs sont commandés indépendamment.

1.5.11 *Commande des bras de convertisseurs*

1.5.11.1 *Bras commandé*

Bras de convertisseur comprenant des semiconducteurs commandés en tant que valves.

1.5.11.2 *Bras non commandé*

Bras de convertisseur ne comprenant que des semiconducteurs non commandés en tant que valves.

1.5.12 *Quadrants de fonctionnement (côté continu)*

Chaque quadrant du plan tension/courant est défini par la polarité de la tension et le sens du courant.

1.5.12.1 *Convertisseur à un seul quadrant (VEI 551-02-14)*

1.5.12.2 *Convertisseur (simple) à deux quadrants (VEI 551-02-15)*

1.5.12.3 *Convertisseur (double) à quatre quadrants (VEI 551-02-16)*

1.5.12.4 *Convertisseur réversible (VEI 551-02-17)*

1.5.12.4.1 *Convertisseur simple (VEI 551-02-18)*

1.5.12.4.2 *Convertisseur double (VEI 551-02-19)*

1.5.10.2 *Single-way connection (of a convertor) (IEV 551-04-21)*

1.5.10.3 *Double-way connection (of a convertor) (IEV 551-04-22)*

1.5.10.4 *Uniform connection (IEV 551-04-24)*

1.5.10.5 *Non-uniform connection (IEV 551-04-27)*

1.5.10.6 *Series connection (IEV 551-04-30, modified)*

A connection in which two or more convertors are connected in such a way that their voltages add.

1.5.10.7 *Boost and buck connection (IEV 551-04-31, modified)*

A series connection in which the convertors are controlled independently.

1.5.11 *Controllability of convertor arms*

1.5.11.1 *Controllable arm*

Convertor arm including controllable semiconductor element(s) as valve device(s).

1.5.11.2 *Non-controllable arm*

Convertor arm including no controllable semiconductor element(s) as valve device(s).

1.5.12 *Quadrants of operation (on d.c. side)*

Each quadrant of the voltage current plane is defined by the d.c. voltage polarity and the current direction.

1.5.12.1 *One quadrant convertor (IEV 551-02-14)*

1.5.12.2 *Two quadrant (single) convertor (IEV 551-02-15)*

1.5.12.3 *Four quadrant (double) convertor (IEV 551-02-16)*

1.5.12.4 *Reversible convertor (IEV 551-02-17)*

1.5.12.4.1 *Single convertor (IEV 551-02-18)*

1.5.12.4.2 *Double convertor (IEV 551-02-19)*

1.5.12.4.3 *Section d'un convertisseur double (VEI 551-02-20)*

1.5.13 *Commutation et extinction (voir figure 1)*

1.5.13.1 *Commutation (VEI 551-05-01, modifié)*

Transfert du courant d'un bras dans le suivant, sans interruption du courant côté continu. Pendant un intervalle de temps, les deux bras conduisent simultanément.

1.5.13.2 *Extinction (VEI 551-05-02, modifié)*

Fin de conduction du courant dans un bras sans commutation.

1.5.14 *Types de commutation*

1.5.14.1 *Commutation directe (VEI 551-05-07)*

1.5.14.2 *Commutation indirecte (VEI 551-05-08)*

1.5.14.3 *Commutation externe (VEI 551-05-03)*

1.5.14.3.1 *Commutation par le réseau (VEI 551-05-04)*

1.5.14.3.2 *Commutation par la charge (VEI 551-05-05)*

1.5.14.3.3 *Commutation par la machine*

Méthode de commutation par la charge dans laquelle la tension de commutation est fournie par une machine ne faisant pas partie du réseau d'alimentation.

1.5.14.3.4 *Commutation par une charge résonante*

Méthode de commutation par la charge dans laquelle la tension de commutation est fournie par la charge, mettant à profit sa nature oscillatoire.

1.5.15 *Autocommutation (VEI 551-05-06)*

1.5.15.1 *Commutation capacitive à couplage direct*

Méthode d'autocommutation dans laquelle la tension de commutation est fournie par des condensateurs inclus dans le circuit de commutation.

1.5.12.4.3 *Convertor section of a double convertor (IEV 551-02-20)*

1.5.13 *Commutation and quenching (see figure 1)*

1.5.13.1 *Commutation (IEV 551-05-01, modified)*

Transfer of current from one conducting arm to the next to conduct in sequence, without interruption of the d.c. current. During a finite interval of time both arms are conducting simultaneously.

1.5.13.2 *Quenching (IEV 551-05-02, modified)*

The termination of current flow in an arm without commutation.

1.5.14 *Type of commutation*

1.5.14.1 *Direct commutation (IEV 551-05-07)*

1.5.14.2 *Indirect commutation (IEV 551-05-08)*

1.5.14.3 *External commutation (IEV 551-05-03)*

1.5.14.3.1 *Line commutation (IEV 551-05-04)*

1.5.14.3.2 *Load commutation (IEV 551-05-05)*

1.5.14.3.3 *Machine commutation*

A method of load commutation in which the commutating voltage is supplied from a machine not included in the source of power.

1.5.14.3.4 *Resonant load commutation*

A method of load commutation in which the commutating voltage is supplied from the load, taking advantage of its resonant property.

1.5.15 *Self commutation (IEV 551-05-06)*

1.5.15.1 *Directly coupled capacitor commutation*

A method of self commutation in which the commutating voltage is supplied by capacitors included in the commutation circuit.

1.5.15.2 *Commutation capacitive à couplage inductif*

Méthode de commutation capacitive dans laquelle le circuit des condensateurs est couplé par induction au circuit de commutation.

1.5.15.3 *Commutation par le composant*

Méthode d'autocommutation dans laquelle la tension de commutation est produite par des moyens internes à la valve.

1.5.16 *Types d'extinction*

1.5.16.1 *Extinction par le composant*

Méthode d'extinction dans laquelle l'extinction est produite par des moyens internes au composant semiconducteur.

1.5.16.2 *Extinction externe*

Méthode d'extinction dans laquelle l'extinction résulte de causes externes au composant.

NOTE - Dans les convertisseurs à commutation par le réseau, l'extinction sans commutation se produit en régime de conduction discontinue.

1.5.17 *Circuit de commutation (VEI 551-05-09)*

1.5.17.1 *Tension de commutation (VEI 551-05-12)*

1.5.17.2 *Inductance de commutation (VEI 551-05-11, modifié)*

Inductance totale du circuit de commutation, en série avec la tension de commutation.

NOTE - Pour les convertisseurs à commutation par le réseau ou par une machine, la réactance de commutation est l'impédance de commutation à la fréquence fondamentale.

1.5.17.3 *Angle d'empiètement u (VEI 551-05-14, modifié)*

Durée de l'intervalle de commutation entre deux bras consécutifs, exprimée en mesure d'angle.

1.5.17.4 *Encoche de commutation*

Transitoire périodique de tension qui peut apparaître sur la tension alternative d'un convertisseur commuté par le réseau ou par une machine, du fait de la commutation.

1.5.17.5 *Transitoire répétitif de commutation*

Oscillation de tension associée à l'encoche de commutation.

1.5.15.2 *Inductively coupled capacitor commutation*

A method of capacitor commutation in which the capacitor circuit is inductively coupled to the commutation circuit.

1.5.15.3 *Device commutation*

A method of self commutation in which the commutating voltage is produced by the valve device itself.

1.5.16 *Type of quenching*

1.5.16.1 *Device quenching*

A method of quenching in which the quenching is performed by the valve device itself.

1.5.16.2 *External quenching*

A method of quenching in which the quenching results from causes external to the device.

NOTE - Quenching occurs in line-commutated converters under discontinuous conduction operation.

1.5.17 *Commutation circuit (IEV 551-05-09)*

1.5.17.1 *Commutating voltage (IEV 551-05-12)*

1.5.17.2 *Commutation inductance (IEV 551-05-11, modified)*

Total inductance included in the commutation circuit, in series with the commutating voltage.

NOTE - For line or machine commutated converters the commutation reactance is the impedance of the commutation inductance at the fundamental frequency.

1.5.17.3 *Angle of overlap μ (IEV 551-05-14, modified)*

The duration of the commutation interval between a pair of principal arms, expressed in angular measure, where the two arms carry current.

1.5.17.4 *Commutation notch*

A periodic voltage transient that may appear in the a.c. voltage of a line or machine-commutated convertor due to commutation.

1.5.17.5 *Commutation repetitive transient*

Voltage oscillation associated with the commutation notch.

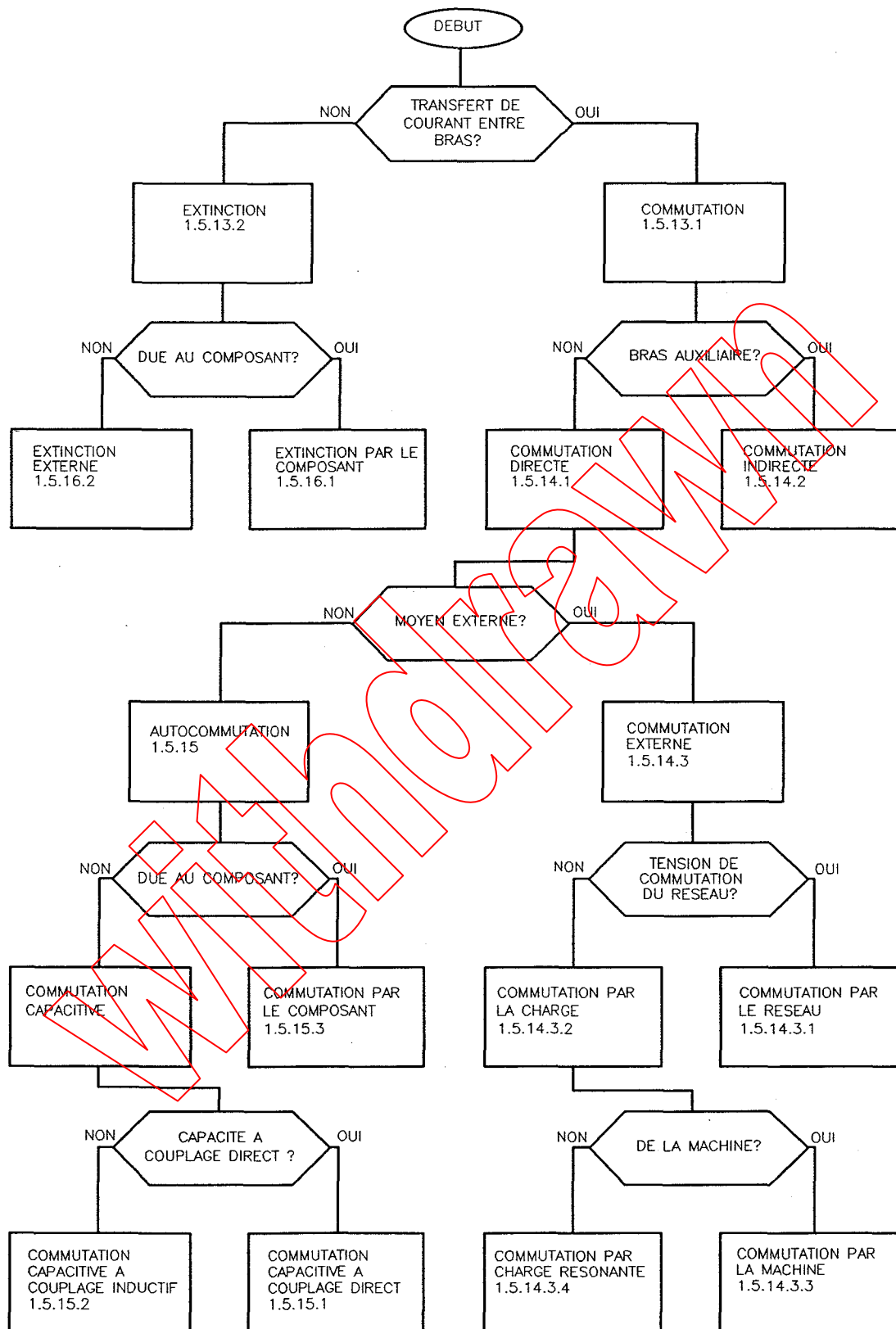


Figure 1 - Types de commutation

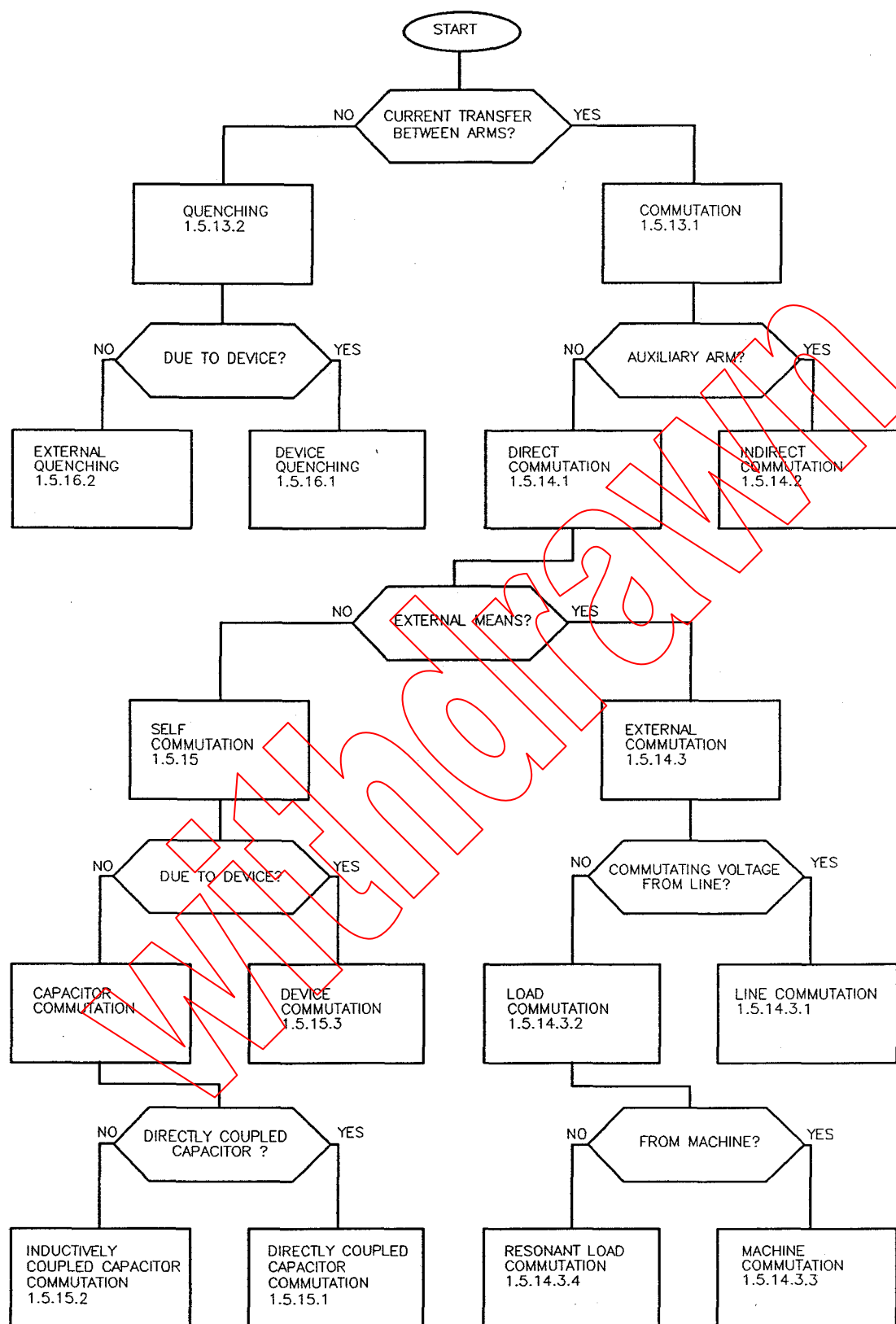


Figure 1 - Types of commutation

1.5.17.6 Groupe commutant (VEI 551-05-10)

1.5.17.7 Indice de commutation q (VEI 551-06-03, modifié)

Nombre de commutations se produisant d'un bras principal vers un autre pendant une période de la tension alternative dans chaque groupe commutant.

1.5.17.8 Indice de pulsation p (VEI 551-06-01, modifié)

Paramètre caractéristique d'un montage convertisseur, exprimé par le nombre de commutations non simultanées se produisant pendant une période de la tension alternative.

1.5.18 Angle de retard α (de commande) (VEI 551-05-29, modifié)

Intervalle de temps, exprimé en mesure angulaire, pendant lequel l'impulsion de commande est retardée par rapport à l'instant de référence (voir figure 2).

Pour les convertisseurs commutés par le réseau par une machine ou par la charge, l'instant de référence est le passage par zéro de la tension commutante.

Pour les gradateurs (contrôleurs) alternatifs, c'est le passage par zéro de la tension d'alimentation.

Pour les gradateurs (contrôleurs) alternatifs ayant une charge inductive, l'angle de retard (commande) est la somme du déphasage et de l'angle de retard du courant.

1.5.19 Angle d'avance β

Intervalle de temps, exprimé en mesure angulaire, pendant lequel l'impulsion de commande est avancée par rapport à l'instant de référence (voir figure 2).

NOTE - Pour les convertisseurs commutés par le réseau, par la machine ou par la charge, l'instant de référence est l'instant de passage par zéro de la tension de commutation.

1.5.20 Angle de retard inhérent α_p

Angle de retard inhérent à certains types de montage (par exemple dodécaphasé) dans certains cas de fonctionnement, même quand aucune commande de phase n'est appliquée.

1.5.21 Angle d'extinction γ (VEI 551-05-30, modifié)

Durée, exprimée en mesure angulaire, entre l'instant d'extinction du courant de bras et le moment où le bras doit supporter un front raide de montée de la tension et l'instant du prochain passage par zéro de la tension de commutation.

1.5.17.6 *Commutating group* (IEV 551-05-10)

1.5.17.7 *Commutation number q* (IEV 551-06-03, modified)

The number of commutations from one principal arm to another, occurring during one period of the alternating voltage in each commutating group.

1.5.17.8 *Pulse number p* (IEV 551-06-01, modified)

The number of non-simultaneous symmetrical direct or indirect commutations from one principal arm to another, during one period of the alternating voltage.

1.5.18 *Trigger delay angle α* (IEV 551-05-29, modified)

The time expressed in angular measure by which the trigger pulse is delayed with respect to the reference instant (see figure 2).

For line, machine or load commutated converters the reference instant is the zero crossing instant of the commutating voltage.

For a.c. controllers it is the zero crossing instant of the supply voltage.

For a.c. controllers with inductive load, the trigger delay angle is the sum of the phase shift and the current delay angle.

1.5.19 *Trigger advance angle β*

The time expressed in angular measure by which the trigger pulse is advanced with respect to the reference instant (see figure 2).

NOTE - For line, machine or load commutated converters the reference instant is the zero crossing instant of the commutating voltage.

1.5.20 *Inherent delay angle α_p*

The delay angle which occurs in some convertor connections (for example 12 pulses) under certain operating conditions even if no phase control is applied.

1.5.21 *Extinction angle γ* (IEV 551-05-30, modified)

The time, expressed in angular measure, between the moment when the current of the arm falls to zero and the moment when the arm is required to withstand steeply rising off-state voltage.

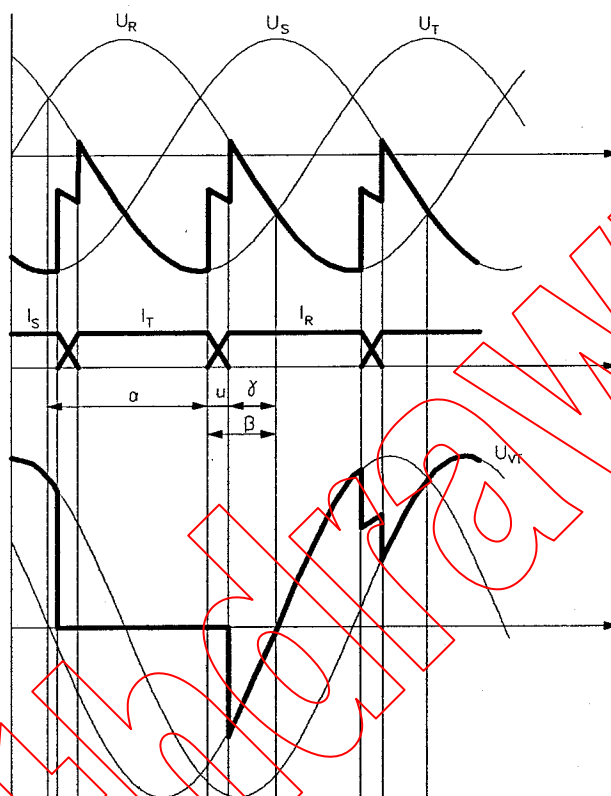
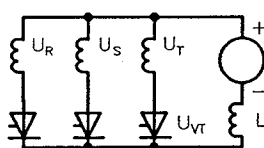


Figure 2 - Exemple d'angles

1.5.22 Définitions des valeurs assignées

1.5.22.1 Valeur assignée

Valeur spécifiée d'un paramètre électrique, thermique, mécanique et d'environnement, assignée par le constructeur pour définir les conditions de service dans lesquelles une partie ou l'ensemble du convertisseur est étudié pour fonctionner correctement.

NOTES

1 La valeur nominale d'un réseau (par exemple tension nominale, VEl 601-01-21) est souvent égale à la valeur assignée correspondante du matériel lorsque les deux valeurs sont dans les limites de tolérance d'une grandeur.

2 A la différence de nombreux autres composants électriques, un semiconducteur peut être détruit même pour un temps très court de fonctionnement si des valeurs maximales assignées sont dépassées.

3 Il convient que les variations des valeurs assignées soient spécifiées. Certaines de ces valeurs sont des valeurs limites, soit maximales, soit minimales.

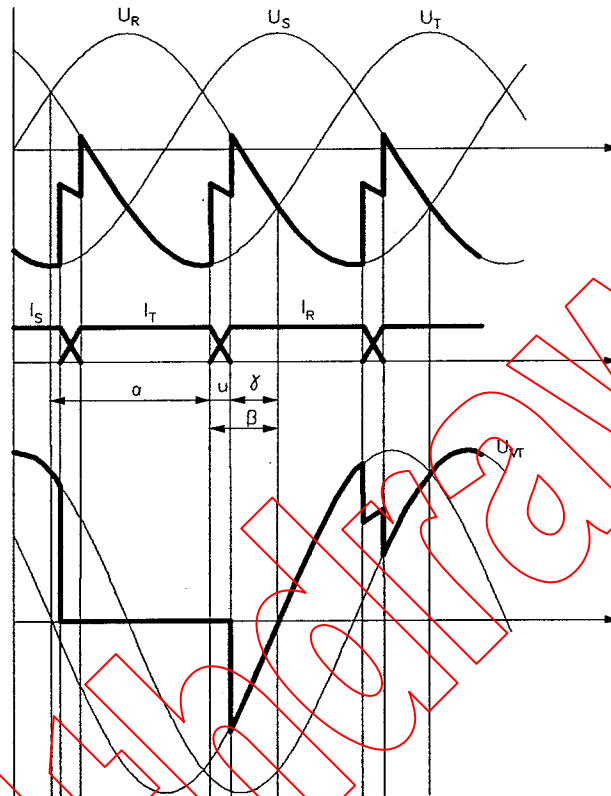
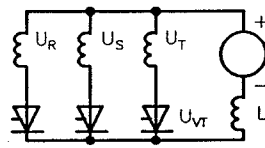


Figure 2 - Illustration of angles

1.5.22 Definitions of rated values

1.5.22.1 Rated value

A specified value for the electrical, thermal, mechanical and environmental quantities assigned by the manufacturer to define the conditions under which a thyristor, a rectifier diode, thyristor or diode stack, assembly or convertor is expected to give satisfactory service.

NOTES

1 The nominal value of a system (for example nominal voltage, IEC 601-01-21) is often equal to the corresponding rated value of the equipment, where both values are within the tolerance band of a quantity.

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

3 Variations of rated values should be specified. Certain of the values assigned are limiting values. These limiting values may be either maximum or minimum values.