

**RAPPORT  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
REPORT**

**CEI  
IEC  
146-1-2**

Troisième édition  
Third edition  
1991-03

---

---

**Convertisseurs à semiconducteurs  
Spécifications communes et  
convertisseurs commutés par le réseau**

**Partie 1-2:  
Guide d'application**

**Semiconductor convertors  
General requirements and  
line commutated convertors**

**Part 1-2:  
Application guide**

© 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 Varembe Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XD**

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	10
<b>Section 1 - Généralités</b>	
Articles	
1.1 Domaine d'application .....	12
1.2 Application des convertisseurs de puissance à semiconducteurs .....	12
1.2.1 Equipement de conversion .....	12
1.2.2 Réglage des puissances active et réactive dans les réseaux .....	14
1.3 Données de spécification de l'équipement .....	14
1.3.1 Données principales de la spécification .....	14
1.3.2 Données complémentaires .....	14
1.3.3 Conditions anormales de service .....	16
1.4 Transformateurs et inductances pour convertisseurs .....	18
1.5 Facteurs de calcul .....	18
1.5.1 Rapports de tension .....	18
1.5.2 Facteur de courant côté réseau du transformateur .....	20
1.5.3 Facteur de courant côté valves du transformateur .....	20
1.5.4 Variation de tension .....	20
1.5.5 Circuit magnétique .....	22
1.5.6 Facteur de pertes .....	22
1.6 Montages parallèle et série .....	22
1.6.1 Montage de valves en parallèle et en série .....	22
1.6.2 Montages en parallèle ou en série de blocs et d'équipements .....	28
1.7 Facteur de puissance .....	28
1.7.1 Généralités .....	28
1.7.2 Symboles utilisés dans la détermination du facteur de déphasage .....	30
1.7.3 Diagramme du cercle pour l'approximation du facteur de déphasage $\cos \varphi_{1N}$ et de la puissance réactive $Q_{1LN}$ pour convertisseur en modes redresseur et onduleur .....	34
1.7.4 Calcul du facteur de déphasage $\cos \varphi_1$ .....	34
1.7.5 Facteur de conversion .....	40
1.8 Variation de tension continue .....	40
1.8.1 Variation inhérente de tension .....	42
1.8.2 Variation de tension continue due à l'impédance du réseau c.a. ....	46
1.8.3 Informations à échanger entre le fournisseur et l'acheteur à propos de la variation de tension du convertisseur .....	52
1.9 Limites de tension pour une commutation fiable en mode onduleur .....	52
1.10 Forme d'onde de la tension alternative .....	54
<b>Section 2 - Définitions</b>	
2.1 Définitions relatives aux défauts de convertisseur .....	58
2.1.1 Décrochage (VEI 551-05-58, modifié) .....	58
2.1.2 Raté d'allumage (VEI 551-05-57, modifié) .....	58
2.1.3 Raté de blocage (VEI 551-05-53, modifié) .....	58
2.1.4 Perforation (VEI 551-05-59, modifié) .....	58
2.1.5 Amorçage intempestif (VEI 551-05-56, modifié) .....	58
2.1.6 Défaut de commutation (VEI 551-05-52, modifié) .....	58
2.2 Définitions relatives aux transitoires produits par les convertisseurs .....	60
2.2.1 Transitoires côté continu .....	60
2.2.2 Transitoires de commutation côté ligne (transitoires répétitifs) .....	60

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	11
<b>Section 1 - General</b>	
Clause	
1.1 Scope .....	13
1.2 Application of semiconductor power convertors .....	13
1.2.1 Conversion equipment .....	13
1.2.2 Supply source conditioning (active and reactive power) .....	15
1.3 Equipment specification data .....	15
1.3.1 Main items of the specification .....	15
1.3.2 Additional information .....	15
1.3.3 Unusual service conditions .....	17
1.4 Converter transformers and reactors .....	19
1.5 Calculation factors .....	19
1.5.1 Voltage ratios .....	19
1.5.2 Line side transformer current factor .....	21
1.5.3 Valve-side transformer current factor .....	21
1.5.4 Voltage regulation .....	21
1.5.5 Magnetic circuit .....	23
1.5.6 Power loss factor .....	23
1.6 Parallel and series connections .....	23
1.6.1 Parallel or series connection of valve devices .....	23
1.6.2 Parallel or series connection of assemblies and equipment units .....	29
1.7 Power factor .....	29
1.7.1 General .....	29
1.7.2 Symbols used in the determination of displacement factor .....	31
1.7.3 Circle diagram for the approximation of the displacement factor $\cos \varphi_{1N}$ and of the reactive power $Q_{1LN}$ for rectifier and inverter operation .....	35
1.7.4 Calculation of the displacement factor $\cos \varphi_1$ .....	35
1.7.5 Conversion factor .....	41
1.8 Direct voltage regulation .....	41
1.8.1 Inherent direct voltage regulation .....	43
1.8.2 Direct voltage regulation due to a.c. system impedance .....	47
1.8.3 Information to be exchanged between supplier and purchaser about direct voltage regulation of the converter .....	53
1.9 Voltage limits for reliable commutation in inverter mode .....	53
1.10 A.C. voltage waveform .....	55
<b>Section 2 - Definitions</b>	
2.1 Definitions related to converter faults .....	59
2.1.1 Conduction through (shoot through) (IEV 551-05-58, modified) .....	59
2.1.2 Firing failure (IEV 551-05-57, modified) .....	59
2.1.3 Breakthrough (IEV 551-05-53, modified) .....	59
2.1.4 Breakdown (IEV 551-05-59, modified) .....	59
2.1.5 False firing (IEV 551-05-56, modified) .....	59
2.1.6 Commutation failure (IEV 551-05-52, modified) .....	59
2.2 Definitions related to converter generated transients .....	61
2.2.1 D.C. side transients .....	61
2.2.2 Commutation transients on the line (repetitive transients) .....	61

Articles

Pages

### Section 3 - Données d'application

3.1	Calcul pratique des paramètres de fonctionnement .....	62
3.1.1	Hypothèses .....	62
3.1.2	Calculs préliminaires .....	62
3.1.3	Calcul d'un point de fonctionnement .....	64
3.2	Variation de tension due aux convertisseurs .....	70
3.2.1	Variation de tension fondamentale .....	70
3.2.2	Valeur minimale de $R_{SC}$ pour la variation de tension .....	70
3.2.3	Rapport du transformateur de convertisseur .....	72
3.2.4	Puissance du transformateur .....	74
3.3	Compensation de puissance réactive des convertisseurs .....	74
3.3.1	Consommation moyenne de puissance réactive .....	74
3.3.2	Compensation de la puissance réactive moyenne .....	76
3.3.3	Fluctuations de tension avec compensation fixe .....	76
3.4	Contenu harmonique de la tension continue .....	78
3.5	Distorsion de la tension d'alimentation .....	80
3.5.1	Encoches de commutation .....	80
3.5.2	Fonctionnement de plusieurs convertisseurs sur la même source .....	84
3.6	Grandeurs du côté réseau .....	86
3.6.1	Valeur efficace du courant de ligne .....	86
3.6.2	Harmoniques côté ligne - méthode approximative avec $p = 6$ .....	88
3.6.3	Valeur minimale de $R_{SC}$ pour la distorsion harmonique .....	90
3.6.4	Calcul du spectre des courants harmoniques .....	94
3.6.5	Estimation du déphasage des courants harmoniques .....	94
3.6.6	Addition des courants harmoniques .....	98
3.6.7	Spectres maximal et moyen .....	98
3.6.8	Déphasage du transformateur .....	98
3.6.9	Commande séquentielle, convertisseurs à deux ponts hexaphasés .....	100
3.7	Compensation du facteur de puissance et distorsion harmonique .....	100
3.7.1	Fréquence de résonance .....	102
3.7.2	Batterie à couplage direct .....	102
3.7.3	Estimation de la fréquence de résonance .....	102
3.7.4	Réactance de décalage de fréquence .....	106
3.7.5	Fréquences de télécommande (ondes porteuses) .....	108
3.8	Autres considérations .....	108
3.8.1	Angle de commande aléatoire .....	108
3.8.2	Instabilité sous-harmonique .....	110
3.8.3	Filtres d'harmoniques .....	110
3.8.4	Capacité approximative des câbles .....	110
3.9	Calcul des courants de court-circuit côté continu des convertisseurs .....	110
3.10	Indications pour le choix de la classe d'immunité .....	112
3.10.1	Classe d'immunité des convertisseurs .....	112
3.10.2	Choix de la classe d'immunité .....	112

### Section 4 - Prescriptions d'essai

4.1	Mesure des pertes par essai en court-circuit .....	120
4.1.1	Montages monophasés .....	120
4.1.2	Montages polyphasés à double voie .....	120
4.1.3	Montages polyphasés à simple voie .....	120
4.2	Mise en oeuvre de la méthode de court-circuit .....	120

Clause	Page
<b>Section 3 - Application information</b>	
3.1 Practical calculation of the operating parameters .....	63
3.1.1 Assumptions .....	63
3.1.2 Preliminary calculations .....	63
3.1.3 Calculation of the operating conditions .....	65
3.2 Supply system voltage change due to convertor loads .....	71
3.2.1 Fundamental voltage change .....	71
3.2.2 Minimum RSC requirements for voltage change .....	71
3.2.3 Convertor transformer ratio .....	73
3.2.4 Transformer rating .....	75
3.3 Compensation of convertor reactive power consumption .....	75
3.3.1 Average reactive power consumption .....	75
3.3.2 Required compensation of the average reactive power .....	77
3.3.3 Voltage fluctuations with fixed reactive power compensation .....	77
3.4 Direct voltage harmonic content .....	79
3.5 Supply voltage distortion .....	81
3.5.1 Commutation notches .....	81
3.5.2 Operation of several convertors on the same supply line .....	85
3.6 Quantities on the line side .....	87
3.6.1 R.M.S. value of the line current .....	87
3.6.2 Harmonics on the line side, approximate method for 6-pulse convertors .....	89
3.6.3 Minimum RSC requirements for harmonic distortion .....	91
3.6.4 Calculation of the harmonic current spectrum .....	95
3.6.5 Estimated phase shift of the harmonic currents .....	95
3.6.6 Addition of harmonic currents .....	99
3.6.7 Peak and average harmonic spectrum .....	99
3.6.8 Transformer phase shift .....	99
3.6.9 Sequential gating, two 6-pulse convertors .....	101
3.7 Power factor compensation and harmonic distortion .....	101
3.7.1 Resonant frequency .....	103
3.7.2 Directly connected capacitor bank .....	103
3.7.3 Estimation of the resonant frequency .....	103
3.7.4 Detuning reactor .....	107
3.7.5 Ripple control frequencies (Carrier frequencies) .....	109
3.8 Other considerations .....	109
3.8.1 Random control angle .....	109
3.8.2 Sub-harmonic instability .....	111
3.8.3 Harmonic filters .....	111
3.8.4 Approximate capacitance of cables .....	111
3.9 Calculation of d.c. short-circuit current of convertors .....	111
3.10 Guide-lines for the selection of the immunity class .....	113
3.10.1 Convertor immunity class .....	113
3.10.2 Selection of the immunity class .....	113
<b>Section 4 - Test requirements</b>	
4.1 Guidance on power loss evaluation by short-circuit test .....	121
4.1.1 Single-phase connections .....	121
4.1.2 Polyphase double-way connections .....	121
4.1.3 Polyphase single-way connections .....	121
4.2 Procedure for evaluation of power losses by short-circuit method .....	121

Articles	Pages
4.3 Méthodes d'essai .....	122
4.3.1 Méthode A1 .....	122
4.3.2 Méthode B .....	124
4.3.3 Méthode C .....	124
4.3.4 Méthode D .....	126
4.3.5 Méthode E .....	130
4.3.6 Méthode A2 .....	130
<b>Section 5 - Performances requises</b>	
5.1 Représentation des valeurs assignées des courants de surcharge .....	132
5.2 Définitions relatives à la température virtuelle de jonction .....	134
5.2.1 Symboles littéraux .....	134
5.2.2 Résistance thermique $R_{th}$ .....	136
5.2.3 Impédance thermique transitoire $Z_{th}$ .....	136
5.2.4 Température virtuelle de jonction $\Theta_j$ .....	136
5.3 Détermination de l'aptitude aux surcharges par le calcul de la température virtuelle de jonction .....	138
5.3.1 Approximation de la forme des impulsions de puissance dissipée appliquée aux semiconducteurs .....	138
5.3.2 La méthode de superposition pour calculer la température .....	142
5.3.3 Calcul de la température virtuelle de jonction pour une charge continue .....	142
5.3.4 Calcul de la température virtuelle de jonction pour charges cycliques .....	146
5.3.5 Calcul de la température virtuelle de jonction pour quelques applications .....	148
5.4 Conditions de fonctionnement des circuits affectant la tension appliquée aux éléments de convertisseur .....	148
<b>Section 6 - Fonctionnement des convertisseurs</b>	
6.1 Régulation .....	152
6.2 Propriétés statiques .....	152
6.3 Propriétés dynamiques du système de régulation .....	152
6.4 Fonctionnement des convertisseurs simples et des convertisseurs doubles .....	154
6.4.1 Montage en convertisseur simple .....	154
6.4.2 Montage convertisseur double et limites de fonctionnement en mode redresseur et onduleur .....	156
6.5 Courant de transition .....	158
6.6 Suppression du courant continu de circulation dans les montages en convertisseur double .....	160
6.6.1 Limitation de l'angle de retard (de commande) .....	162
6.6.2 Réglage du courant de circulation .....	162
6.6.3 Réglage par blocage des impulsions .....	162
6.7 Principe de fonctionnement des convertisseurs réversibles pour la commande de moteurs c.c. ....	162
6.7.1 Inversion de la polarité du champ .....	162
6.7.2 Inversion de la polarité de l'induit par inverseur .....	162
6.7.3 Montage convertisseur double pour l'induit .....	164
<b>Section 7 - Défauts des convertisseurs</b>	
7.1 Généralités .....	166
7.2 Localisation de défaut .....	166
Annexe A (informative) Bibliographie .....	168
Annexe B (informative) Index .....	170

Clause	Page
4.3 Test methods .....	123
4.3.1 Method A1 .....	123
4.3.2 Method B .....	125
4.3.3 Method C .....	125
4.3.4 Method D .....	127
4.3.5 Method E .....	131
4.3.6 Method A2 .....	131
<b>Section 5 - Performance requirements</b>	
5.1 Presentation of rated peak load current values .....	133
5.2 Definitions and letter symbols related to virtual junction temperature .....	135
5.2.1 Letter symbols .....	135
5.2.2 Thermal resistance $R_{th}$ .....	137
5.2.3 Transient thermal impedance $Z_{th}$ .....	137
5.2.4 Virtual junction temperature $\theta_j$ .....	137
5.3 Determination of peak load capability through calculation of the virtual junction temperature .....	139
5.3.1 Approximation of the shape of power pulses applied to the semiconductor device .....	139
5.3.2 The superposition method for calculation of temperature .....	143
5.3.3 Calculation of the virtual junction temperature for continuous load .....	143
5.3.4 Calculation of the virtual junction temperature for cyclic loads .....	147
5.3.5 Calculation of virtual junction temperature for a few typical applications .....	149
5.4 Circuit operating conditions affecting the voltage applied across convertor elements .....	149
<b>Section 6 - Convertor operation</b>	
6.1 Stabilization .....	153
6.2 Static properties .....	153
6.3 Dynamic properties of the control system .....	153
6.4 Mode of operation of single and double convertors .....	155
6.4.1 Single convertor connection .....	155
6.4.2 Double convertor connections and limits for rectifier and inverter operation .....	157
6.5 Transition current .....	159
6.6 Suppression of direct current circulation in double convertor connections .....	161
6.6.1 Limitation of delay angles .....	163
6.6.2 Controlled circulating current .....	163
6.6.3 Blocking of trigger pulses .....	163
6.7 Principle of operation for reversible convertors for control of d.c. motors .....	163
6.7.1 Motor field reversal .....	163
6.7.2 Motor armature reversal by reversing switch .....	163
6.7.3 Double convertor connection to motor armature .....	165
<b>Section 7 - Convertor faults</b>	
7.1 General .....	167
7.2 Fault finding .....	167
Annex A (informative) Bibliography .....	169
Annex B (informative) Index .....	169

## Figures

1 - Diagramme de cercle pour l'approximation du facteur de déphasage .....	34
2 - Facteur de déphasage en fonction de $d_{xN}$ pour $p = 6$ .....	38
3 - Facteur de déphasage en fonction de $d_{xN}$ pour $p = 12$ .....	38
4 - $d_{LN}$ en fonction de $d_{xN}$ pour $p = 6$ et $p = 12$ .....	50
5 - Forme d'onde de la tension alternative .....	56
6 - Tensions en cas de défauts de convertisseur .....	60
7 - Spectre harmonique du côté c.a. pour $p = 6$ .....	96
8 - Fréquence de résonance et facteur d'amplification .....	104
9 - Exemple de réseau de distribution .....	116
10 - Méthode d'essai A1 .....	122
11 - Méthode d'essai D .....	126
12 - Représentation des valeurs assignées des courants .....	132
13 - Surcharges répétitives .....	134
14 - Approximation de la forme des impulsions de puissance .....	140
15 - Calcul de la température virtuelle de jonction .....	142
16 - Calcul de la température virtuelle de jonction pour charges cycliques .....	146
17 - Conditions de fonctionnement des circuits affectant la tension appliquée aux éléments de convertisseur .....	150
18 - Tension continue pour diverses valeurs d'angle de retard (de commande) .....	154
19 - Tension continue pour diverses valeurs de charge et d'angle de retard (de commande) ...	156
20 - Limite de tension continue pour mode onduleur .....	158
21 - Tension continue pour valeurs inférieures au courant de transition .....	160
22 - Séquences de fonctionnement de convertisseurs pour entraînement par moteur réversible c.c. ....	164

## Tableaux

1 - Facteurs de calcul .....	24
2 - Valeur efficace du courant de ligne .....	88
3 - $R_{SC}$ minimal, réseaux basse tension .....	92
4 - Déphasage du transformateur et rangs d'harmonique .....	98
5 - Valeur approchée des câbles (kvar/km) .....	110
6 - Valeurs en court-circuit des courants de convertisseur .....	110
7 - Valeurs calculées par l'exemple de la figure 9 .....	118
8 - Température virtuelle de jonction .....	148



## Figures

1 - Circle diagram for approximation of the displacement factor .....	35
2 - Displacement factor as a function of $d_{xN}$ for $p = 6$ .....	39
3 - Displacement factor as a function of $d_{xN}$ for $p = 12$ .....	39
4 - $d_{LN}$ as a function of $d_{xN}$ for $p = 6$ and $p = 12$ .....	51
5 - AC voltage waveform .....	57
6 - Voltages at convertor faults .....	61
7 - Harmonic current spectrum on the a.c. side for $p = 6$ .....	97
8 - Resonant frequency and amplification factor .....	105
9 - Example of power distribution .....	117
10 - Test method A1 .....	123
11 - Test method D .....	127
12 - Single peak load .....	133
13 - Repetitive peak loads .....	135
14 - Approximation of the shape of power pulses .....	141
15 - Calculation of the virtual junction temperature .....	143
16 - Calculation of the virtual junction temperature for cyclic loads .....	147
17 - Circuit operating conditions affecting the voltage applied across convertor elements ...	151
18 - Direct voltage waveform for various delay angles .....	155
19 - Direct voltage for various loads and delay angles .....	157
20 - Direct voltage limits in inverter operation .....	159
21 - Direct voltage at values below the transition current .....	161
22 - Operating sequences of convertors serving a reversible d.c. motor .....	165

## Tables

1 - Connections and calculation factors .....	25
2 - R.M.S. values of line current .....	89
3 - Minimum $R_{SC}$ requirement for low voltage systems .....	93
4 - Transformer phase shift and harmonic orders .....	99
5 - Approximate kvar/km of cables .....	111
6 - Short-circuit values of convertor currents .....	111
7 - Calculated values for the example in figure 9 .....	119
8 - Virtual junction temperature .....	149

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

**CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS**

**Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau  
Partie 1-2: Guide d'application**

---

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 voeu 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.

Le présent rapport a été établi par le Sous-Comité 22B: Convertisseurs à semiconducteurs, du Comité d'Etude n° 22 de la CEI: Electronique de puissance. Ce rapport constitue la partie 1-2 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 ce rapport est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
22B(BC)56	22B(BC)59

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

Les annexes A: Bibliographie et B: Index sont informatives.

---

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SEMICONDUCTOR CONVERTORS

General requirements and line commutated convertors  
Part 1-2: Application guide

## 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 report has been prepared by Sub-Committee 22B: Semiconductor Convertors, of IEC Technical Committee No. 22: Power electronics. It constitutes Part 1-2 of IEC 146 (3rd edition) and supplements IEC 146-1-1 and IEC 146-1-3. It partially replaces IEC 146 (1973) and its Amendment No. 1 (1975).

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

Six Months' Rule	Report on the Voting
22B(CO)56	22B(CO)59

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

Annexes A: Bibliography and B: Index are informative

## **CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS**

### **Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau Partie 1-2: Guide d'application**

---

#### **Section 1 - Généralités**

##### **1.1 Domaine d'application**

Le présent rapport donne des indications sur des variantes aux spécifications de la CEI 146-1-1, afin de permettre leur extension de manière coordonnée pour les cas spéciaux. Il donne aussi des informations techniques complémentaires destinées à faciliter la compréhension de la CEI 146-1-1.

Le présent rapport concerne principalement les convertisseurs commutés par le réseau et n'est pas une norme, sauf en ce qui concerne certains composants auxiliaires dans le cas où les normes existantes ne donneraient pas les indications nécessaires.

## **SEMICONDUCTOR CONVERTORS**

### **General requirements and line commutated convertors Part 1-2: Application guide**

---

#### **Section 1 - General**

##### **1.1 Scope**

This report gives guidance on variations to the specifications in IEC 146-1-1 to enable the specification to be extended in a controlled form for special cases. Background information is also given on technical points which should facilitate the use of IEC 146-1-1.

This report primarily covers line commutated convertors and is not in itself a specification, except as regards certain auxiliary components, in so far as existing standards may not provide the necessary data.