

**Semiconductor convertors; general requirements and
line commutated convertors; part 1-3: transformers and
reactors**

This document is a preview generated by EVS

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 60146-1-3:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 60146-1-3:1993 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 18.12.2002 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Euroopa standardimisorganisatsioonide poolt rahvuslikele liikmetele Euroopa standardi teksti kättesaadavaks tegemise kuupäev on 11.02.1993.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 60146-1-3:2002 consists of the English text of the European standard EN 60146-1-3:1993.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 18.12.2002 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

Date of Availability of the European standard text 11.02.1993.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 29.045, 29.180

Standardite reprodutseerimis- ja levitamiseõigus kuulub Eesti Standardikeskusele

Andmete paljundamine, taastekitamine, kopeerimine, salvestamine elektroonilisse süsteemi või edastamine ükskõik millises vormis või millisel teel on keelatud ilma Eesti Standardikeskuse poolt antud kirjaliku loata.

Kui Teil on küsimusi standardite autorikaitse kohta, palun võtke ühendust Eesti Standardikeskusega:
Aru 10 Tallinn 10317 Eesti; www.evs.ee; Telefon: 605 5050; E-post: info@evs.ee

Right to reproduce and distribute Estonian Standards belongs to the Estonian Centre for Standardisation

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, without permission in writing from Estonian Centre for Standardisation.

If you have any questions about standards copyright, please contact Estonian Centre for Standardisation:
Aru str 10 Tallinn 10317 Estonia; www.evs.ee; Phone: +372 605 5050; E-mail: info@evs.ee

UDC 621.314.21:621.315.59:621.318

Descriptors: Electronics, convertors, semiconductor convertors, transformers, reactors, characteristics, specifications, test

ENGLISH VERSION

Semiconductor convertors
General requirements and line commutated convertors
Part 1-3: Transformers and reactors
(IEC 146-1-3:1991)

Convertisseurs à semiconducteurs
Spécifications communes et
convertisseurs commutés par le
réseau
Partie 1-3: Transformateurs et
bobines d'inductance
(CEI 146-1-3:1991)

Halbleiter-Stromrichter
Allgemeine Anforderungen und
netzgeführte Stromrichter
Teil 1-3: Transformatoren und
Drosselspulen
(IEC 146-1-3:1991)

This European Standard was approved by CENELEC on 1992-12-09.
CENELEC members are bound to comply with the CEN/CENELEC Internal Regulations which stipulate the conditions for giving this European Standard the status of a national standard without any alteration.

Up-to-date lists and bibliographical references concerning such national standards may be obtained on application to the Central Secretariat or to any CENELEC member.

This European Standard exists in three official versions (English, French, German). A version in any other language made by translation under the responsibility of a CENELEC member into its own language and notified to the Central Secretariat has the same status as the official versions.

CENELEC members are the national electrotechnical committees of Austria, Belgium, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Iceland, Ireland, Italy, Luxembourg, Netherlands, Norway, Portugal, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

CENELEC

European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung

Central Secretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brussels

FOREWORD

The CENELEC questionnaire procedure, performed for finding out whether or not the International Standard IEC 146-1-3:1991 could be accepted without textual changes, has shown that no common modifications were necessary for the acceptance as European Standard.

The reference document was submitted to the CENELEC members for formal vote and was approved by CENELEC as EN 60146-1-3 on 9 December 1992.

The following dates were fixed:

- latest date of publication of an identical national standard (dop) 1993-12-01
- latest date of withdrawal of conflicting national standards (dow) 1993-12-01

For products which have complied with the relevant national standard before 1993-12-01, as shown by the manufacturer or by a certification body, this previous standard may continue to apply for production until 1998-12-01.

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard. In this standard, annexes A and ZA are normative.

ENDORSEMENT NOTICE

The text of the International Standard IEC 146-1-3:1991 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

ANNEX ZA (normative)

OTHER INTERNATIONAL PUBLICATIONS QUOTED IN THIS STANDARD WITH THE REFERENCES OF THE RELEVANT EUROPEAN PUBLICATIONS

When the international publication has been modified by CENELEC common modifications, indicated by (mod), the relevant EN/HD applies.

IEC Publication	Date	Title	EN/HD	Date
-----	----	-----	-----	----
76		series Power transformers	HD 398	series
146-1-1	1991	Semiconductor convertors General requirements and line commutated convertors - Part 1-1: Specifications of basic requirements	EN 60146-1-1	1993
146-1-2	1991	Part 1-2: Application guide	-	-

This document is a preview generated by EVS

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
146-1-3**

Troisième édition
Third edition
1991-03

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

**Partie 1-3:
Transformateurs et bobines d'inductance**

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

**Part 1-3:
Transformers and reactors**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 146-1-3: 1991

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
146-1-3**

Troisième édition
Third edition
1991-03

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

**Partie 1-3:
Transformateurs et bobines d'inductance**

Semiconductor convertors

**General requirements and
line commutated convertors**

**Part 1-3:
Transformers and reactors**

© 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 pro-
cédé, 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**

M

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Valeurs assignées des transformateurs pour convertisseurs	8
3.1 Valeurs assignées de courant	8
3.2 Limites de température des fluides de refroidissement	8
4 Pertes et chutes de tension dans les transformateurs et les bobines d'inductance	10
4.1 Pertes dans les enroulements du transformateur	10
4.2 Pertes dans les bobines d'absorption, inductances d'équilibrage du courant, inductances d'égalisation, transducteurs et autres dispositifs de régulation du courant	10
4.3 Chutes de tension dans les transformateurs et les inductances	12
5 Essais des transformateurs de convertisseurs	12
5.1 Mesure de la réactance de commutation et détermination de la chute inductive de tension (essai de type)	12
5.2 Essai en court-circuit (essai de type et essai individuel)	14
5.3 Essai d'échauffement (essai de type)	16
Annexe A (normative)	24
Corrections à appliquer lorsque la température du fluide de refroidissement est supérieure à la valeur normale	24
Tableaux	
1 - Limites d'échauffement	18
2 - Montages et facteurs de calcul	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Rated values for convertor transformers	9
3.1 Rated current values	9
3.2 Temperature limits of cooling media	9
4 Losses and voltage drops in transformers and reactors	11
4.1 Losses in the transformer windings	11
4.2 Losses in interphase transformers, current balancing reactors, series-smoothing reactors, transducers and other current regulating accessories	11
4.3 Voltage drops in transformers and reactors	13
5 Tests for convertor transformers	13
5.1 Measurement of commutating reactance and determination of inductive voltage drop (type test)	13
5.2 Short-circuit test (type test and routine test)	15
5.3 Temperature rise test (type test)	17
Annex A (normative)	25
Corrections to be applied when cooling medium temperature is higher than standard	25
Tables	
1 - Temperature rise limits	19
2 - Connections and calculation factors	21

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS

**Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau
Partie 1-3: Transformateurs et bobines d'inductance**

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.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote	Procédure de Deux Mois	Rapport de vote
22B(BC)17	22B(BC)19	22B(BC)22	22B(BC)23,23A

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme, qui constitue la partie 1-3 de la nouvelle édition de la CEI 146 et remplace en partie la CEI 146 (1973) ainsi que sa Modification n° 1 (1975).

La CEI 146 (1973) a été remplacée par les CEI 146-1-1 et 146-1-2, sauf en ce qui concerne les transformateurs et bobines d'inductance, qui faisaient l'objet du chapitre III. Ce dernier est donc présenté ici avec les corrections appropriées des références et renvois. Par souci d'homogénéité, la présente partie 1-3 reprend dans son tableau 2 le tableau 1 de la CEI 146-1-2 (tableau II dans l'édition précédente) ainsi que, dans son annexe A (normative), l'annexe C de la précédente édition.

NOTE - Le Comité d'Etudes n° 14 de la CEI: Transformateurs de puissance, prépare actuellement une spécification complètement révisée pour les transformateurs de convertisseurs.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SEMICONDUCTOR CONVERTORSGeneral requirements and line commutated convertors
Part 1-3: Transformers and reactors

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, IEC Technical Committee No. 22: Power Electronics.

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)17	22B(CO)19	22B(CO)22	22B(CO)23,23A

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Reports indicated in the above table. It constitutes Part 1-3 of the new edition of IEC 146 and partly replaces IEC 146 (1973) and its Amendment No. 1 (1975).

IEC 146 (1973) has been superseded by Publications 146-1-1 and 146-1-2 except for the specification regarding transformers and reactors in Chapter III. This chapter is now printed in this part with the cross references suitably adjusted. For completeness, table 2 (which is table 1 in IEC 146-1-2 and was table II in the previous issue) and also Annex A (Appendix C in the previous issue) have been included in this part 1-3.

NOTE - A completely revised convertor transformer specification is being prepared by IEC Technical Committee No. 14: Power transformers.

CONVERTISSEURS À SEMICONDUCTEURS

Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau Partie 1-3: Transformateurs et bobines d'inductance

1 Domaine d'application

La présente partie 1-3 de la Norme internationale est applicable, en général, aux caractéristiques des transformateurs pour convertisseurs qui diffèrent de celles des transformateurs de puissance ordinaires. Dans tous les autres cas, les règles données dans la CEI 76 s'appliquent aux transformateurs pour convertisseurs dans la mesure où elles ne sont pas en contradiction avec cette norme.

Il convient de tenir compte du fait qu'un transformateur pour redresseur fonctionne avec un courant dont la forme d'onde n'est pas sinusoïdale. Dans le couplage à simple voie, le courant parcourant chaque enroulement de cellule comporte une composante continue dont il doit être tenu compte pour la construction et les essais. Dans certains cas, une construction spéciale s'impose lorsque des courts-circuits extérieurs et des avaries de cellules provoqueraient une contrainte anormale.

Pour certains types de transformateurs, la forme d'onde de la tension de fonctionnement normale n'est pas sinusoïdale. Les pertes dans le fer de ces transformateurs se déterminent en appliquant une tension sinusoïdale de même valeur moyenne arithmétique pour un demi-cycle et de même fréquence fondamentale que la tension appliquée en service.

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 76: 1967, *Transformateurs de puissance*

CEI 146-1-1: 1991, *Convertisseurs à semiconducteurs - Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau - Partie 1-1: Spécifications des clauses techniques de base.*

CEI 146-1-2: 1991, *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 1-3: Transformers and reactors

1 Scope

This Part 1-3 of the International Standard relates, in general, to those characteristics wherein convertor transformers differ from ordinary power transformers. In all other respects, the rules specified in IEC 76 shall apply to convertor transformers also, as far as they are not in contradiction with this standard.

It should be borne in mind that a rectifier transformer operates with non-sinusoidal current waveshape. In single-way connection, the current in each cell winding contains a d.c. component which calls for special attention in design and testing. In some cases, a special design is necessary when external short-circuits and cell failures would cause abnormal stress.

For certain types of transformers, the waveshape of the normal operating voltage is non-sinusoidal. The core loss of such equipment is to be determined by applying a sinusoidal voltage having the same half-cycle arithmetic mean value and the same fundamental frequency as the voltage applied in service.

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 76: 1967, *Power transformers*.

IEC 146-1-1: 1991, *Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors - Part 1-1*, IEC 146-1-1, Specifications of basic requirements.

IEC 146-1-2: 1991, *Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors - Part 1-2*: Application guide.