

**Convertor transformers - Part 1: Transformers
for industrial applications**

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 61378-1:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 61378-1:1998 ingliskeelset teksti.

Standard on kinnitatud Eesti Standardikeskuse 15.10.2002 käskkirjaga ja jõustub sellekohase teate avaldamisel EVS Teatajas.

Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.

This Estonian standard EVS-EN 61378-1:2002 consists of the English text of the European standard EN 61378-1:1998.

This standard is ratified with the order of Estonian Centre for Standardisation dated 15.10.2002 and is endorsed with the notification published in the official bulletin of the Estonian national standardisation organisation.

The standard is available from Estonian standardisation organisation.

ICS 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

English version

Convertor transformers
Part 1: Transformers for industrial applications
(IEC 61378-1:1997)

Transformateurs de conversion
Partie 1: Transformateurs pour
applications industrielles
(CEI 61378-1:1997)

Stromrichtertransformatoren
Teil 1: Transformatoren für industrielle
Anwendungen
(IEC 61378-1:1997)

This European Standard was approved by CENELEC on 1997-07-01. 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, Czech Republic, 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 text of document 14/261/FDIS, future edition 1 of IEC 61378-1, prepared by IEC TC 14, Power transformers, was submitted to the IEC-CENELEC parallel vote and was approved by CENELEC as EN 61378-1 on 1997-07-01.

The following dates were fixed:

- latest date by which the EN has to be implemented
at national level by publication of an identical
national standard or by endorsement (dop) 1999-08-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 1999-08-01

Annexes designated "normative" are part of the body of the standard.
Annexes designated "informative" are given for information only.
In this standard, annex ZA is normative and annexes A and B are informative.
Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 61378-1:1997 was approved by CENELEC as a European Standard without any modification.

This document is a preview

Annex ZA (normative)

Normative references to international publications with their corresponding European publications

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies (including amendments).

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

<u>Publication</u>	<u>Year</u>	<u>Title</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Year</u>
IEC 60050(421)	1990	International electrotechnical vocabulary (IEV) Chapter 421: Power transformers and reactors	-	-
IEC 60076-1 (mod)	1993	Power transformers Part 1: General	EN 60076-1	1997
IEC 60076-2 (mod)	1993	Part 2: Temperature rise	EN 60076-2	1997
IEC 60076-3 (mod) + A1	1980 1981	Part 3: Insulation levels and dielectric tests	HD 398.3 S1	1986
IEC 60076-5 (mod)	1976	Part 5: Ability to withstand short-circuit	HD 398.5 S1	1983
IEC 60146-1-1	1991	Semiconductor convertors - General requirements and line commutated convertors Part 1-1: Specifications of basic requirements	EN 60146-1-1	1993
IEC 60146-1-2	1991	Part 1-2: Application guide	-	-
IEC 60289 (mod)	1988	Reactors	EN 60289	1994
IEC 60354	1991	Loading guide for oil-immersed power transformers (Corrigendum 1992)	-	-
IEC 60076-8	1997	Power transformers - Application guide	-	-
IEC 60726 (mod) + A1	1982 1986	Dry-type power transformers	HD 464 S1	1988
IEC 60905	1987	Loading guide for dry-type power transformers	-	-

Corrigendum to EN 61378-1:1998

English version

1.1 Scope

Add a new note:

- 3 EN 61378-1 is not applicable for railway applications.
-

November 1998

This document is a preview

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61378-1

Première édition
First edition
1997-09

Transformateurs de conversion –

**Partie 1:
Transformateurs pour applications industrielles**

Convertor transformers –

**Part 1:
Transformers for industrial applications**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61378-1:1997

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à 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**
Accès en ligne*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Accès en ligne)*

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

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.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from the 1st January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the 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**
On-line access*
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line access)*

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

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.

* See web site address on title page.

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

61378-1

Première édition
First edition
1997-09

Transformateurs de conversion –

Partie 1:
Transformateurs pour applications industrielles

Convertor transformers –

Part 1:
Transformers for industrial applications

© IEC 1997 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.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Généralités.....	6
1.1 Domaine d'application.....	6
1.2 Classification	8
1.3 Conditions de service normal	8
2 Références normatives	8
3 Définitions	10
4 Régimes assignés	10
4.1 Puissance assignée à la fréquence assignée et capacité de charge.....	12
4.2 Tensions assignée et en service	12
4.3 Courant assigné	14
5 Pertes dues à la charge et chute de tension dans les transformateurs et bobines d'inductance	14
5.1 Détermination des pertes dues à la charge du transformateur en fonction de la distorsion du courant de charge.....	14
5.2 Effet de la disposition géométrique des enroulements sur leurs pertes par courants de Foucault dues à la présence des harmoniques	22
5.3 Pertes dans les bobines d'absorption dans les bobines d'inductance d'équilibrage de courant, dans les bobines d'inductance de lissage et dans les transducteurs.....	22
5.4 Chutes de tension dans les transformateurs et les bobines d'inductance	24
6 Essais des transformateurs de conversion	24
6.1 Mesure de la réactance de commutation et détermination de la chute inductive de tension.....	26
6.2 Mesure du rapport de transformation et du déphasage	26
6.3 Essai de mesure des pertes dues à la charge	28
6.4 Essais d'échauffement.....	28
Tableau 1 – Montages et facteurs de calcul	34
Annexes	
A Détermination des pertes dues à la charge en service au courant non sinusoïdal assigné en fonctionnement en conversion à partir des mesures au courant assigné du transformateur à la fréquence fondamentale	38
B Courants d'essais de court-circuit et pertes dues à la charge des transformateurs pour convertisseurs à simple voie (injection des pertes totales).....	56
Figures	
A.1 Section d'un conducteur d'enroulement.....	42
A.2 Identification des bornes pour couplage d'enroulements Y yy0	46
A.3 Identification des bornes pour couplage d'enroulements D d y.....	52

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 General	7
1.1 Scope	7
1.2 Classification	9
1.3 Normal service conditions	9
2 Normative references	9
3 Definitions	11
4 Ratings	11
4.1 Rated power at rated frequency and load capability	13
4.2 Rated and service voltages	13
4.3 Rated current	15
5 Load loss and voltage drop in transformers and reactors	15
5.1 Determination of transformer load loss under distorted current loading	15
5.2 Effect of geometrical arrangement of windings on their eddy current losses due to harmonics	23
5.3 Losses in interphase transformers, current-balancing reactors, series-smoothing reactors and transductors	23
5.4 Voltage drops in transformers and reactors	25
6 Tests for convertor transformers	25
6.1 Measurement of commutating reactance and determination of the inductive voltage drop	27
6.2 Measurement of voltage ratio and phase displacement	27
6.3 Load loss test	29
6.4 Temperature rise tests	29
Table 1 – Connections and calculation factors	34
Annexes	
A Determination of transformer service load loss at rated non-sinusoidal convertor current from measurements with rated transformer current of fundamental frequency	39
B Short-circuit test currents and load losses in transformers for single-way convertors (total loss injection)	57
Figures	
A.1 Cross-section of a winding strand	43
A.2 Terminal identification for winding connection Y yy0	47
A.3 Terminal identification for winding connection D d y	53

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE CONVERSION –

Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale CEI 61378-1 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/261/FDIS	14/270/RVD

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

La CEI 61378 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Transformateurs de conversion:

- Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles;
- Partie 2: Transformateurs pour applications courant continu à haute tension (à l'étude)
- Partie 3: Guide d'application (à l'étude)

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

CONVERTOR TRANSFORMERS –

Part 1: Transformers for industrial applications

FOREWORD

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

International Standard IEC 61378-1 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

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

FDIS	Report on voting
14/261/FDIS	14/270/RVD

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

Annexes A and B are for information only.

IEC 61378 consists of the following parts, under the general title: Convertor transformers:

- Part 1: Transformers for industrial applications
- Part 2: Transformers for HVDC applications (under consideration)
- Part 3: Application guide (under consideration)

TRANSFORMATEURS DE CONVERSION –

Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale traite des spécifications, de la conception et des essais des transformateurs de puissance et des bobines d'inductance qui sont destinés à être intégrés dans des installations de conversion à semiconducteurs; cette norme n'est pas applicable en général aux transformateurs conçus pour la distribution industrielle ou publique de puissance en courant alternatif.

Le domaine d'application de cette norme est limité aux applications des convertisseurs de puissance, de quelque puissance que ce soit, pour la distribution locale, à tension de conversion assignée modérée, généralement pour des applications industrielles, et typiquement avec une tension maximale pour équipement n'excédant pas la classe 36 kV.

Cette norme n'est pas applicable aux transformateurs de puissance pour la transmission de puissance CCHT. Ceux-ci sont des transformateurs à haute tension et ils sont soumis à des essais diélectriques en courant continu.

Les normes pour l'installation complète de conversion (CEI 60146 ou autres publications relatives à des champs particuliers d'application) peuvent contenir des prescriptions de garanties et d'essais (par exemple isolement et niveaux de pertes) pour toute l'installation comprenant le transformateur de conversion et éventuellement les transformateurs auxiliaires et des bobines d'inductance. Cela n'empêche pas que les prescriptions de la présente norme concernant les garanties et les essais s'appliquent au transformateur de conversion lui-même comme composant séparé avant d'être assemblé avec le restant de l'installation de conversion.

Les garanties, les essais de type et de service définis dans cette norme s'appliquent aussi bien aux transformateurs fournis comme partie d'un ensemble d'équipement de conversion qu'aux transformateurs commandés séparément mais destinés à être utilisés dans des installations de conversion. Toute garantie supplémentaire ou vérification spéciale doit faire l'objet d'un accord spécifique dans le contrat du transformateur.

Les transformateurs de conversion couverts par cette norme peuvent être de conception immergée dans l'huile ou du type sec. A moins que des exceptions spécifiques ne soient prescrites dans la présente norme, les transformateurs doivent être conformes à la CEI 60076 pour les transformateurs immergés dans l'huile et à la CEI 60726 pour les transformateurs du type sec.

NOTES

1 Pour certaines applications en conversion, il est possible d'utiliser des transformateurs communs de distribution de conception normalisée. L'utilisation de tels transformateurs normalisés dans des applications spéciales en conversion peut nécessiter un certain déclassement. Ce sujet n'est pas spécifiquement couvert dans la présente norme qui traite des prescriptions à imposer à des unités spécialement conçues. Il est possible d'estimer ce déclassement à partir des formules données en 5.1 et aussi de l'article 9 de la CEI 60076-8.

2 Lorsque des transformateurs du type sec sont utilisés pour cette application, il convient d'apporter un soin particulier dans la prise en compte des courtes constantes de temps applicables et des pertes par courants de Foucault accrues dans les conducteurs de grande section et dans les enroulements en feuilles.

CONVERTOR TRANSFORMERS –

Part 1: Transformers for industrial applications

1 General

1.1 Scope

This International Standard deals with the specification, design and testing of power transformers and reactors which are intended for integration within semiconductor convertor plants; it is not applicable to transformers designed for industrial or public distribution of a.c. power in general.

The scope of this standard is limited to applications of power convertors, of any power rating, for local distribution, at moderate rated convertor voltage, generally for industrial applications and typically with a highest voltage for equipment not exceeding 36 kV.

This standard is not applicable to transformers for HVDC power transmission. These are high-voltage transformers, and they are subjected to d.c. voltage tests.

The standards for the complete convertor plant (IEC 60146, or other publications dedicated to particular fields of application) may contain requirements of guarantees and tests (such as insulation, power loss) for the whole plant including the convertor transformer and possibly auxiliary transformers and reactor equipment. This does not relieve the application of the requirements of this standard concerning the guarantees and tests applicable to the convertor transformer itself as a separate component before being assembled with the remainder of the convertor plant.

The guarantees, service and type tests defined in this standard apply equally to transformers supplied as part of an overall convertor package, or to those transformers ordered separately but for use with convertor equipment. Any supplementary guarantee or special verification has to be specifically agreed in the transformer contract.

The convertor transformers covered by this standard may be of the oil-immersed or dry-type design. Unless specific exceptions are stated in this standard, the transformers are required to comply with IEC 60076 for oil-immersed transformers, and with IEC 60726 for dry-type transformers.

NOTES

1 For some convertor applications, it is possible to use common distribution transformers of standard design. The use of such standard transformers in the special convertor applications may require a certain derating. This matter is not specifically covered in this standard, which deals with the requirements to be placed on specially designed units. It is possible to estimate this derating from the formulae given in 5.1, and also from clause 9 of IEC 60076-8.

2 Where dry-type transformers are used, special care should be taken in considering the short time constants applicable and the increased eddy currents flowing in the larger cross-section conductors or foil windings.