

Power transformers - Part 2: Temperature rise

Power transformers - Part 2: Temperature rise

EESTI STANDARDI EESSÕNA

NATIONAL FOREWORD

Käesolev Eesti standard EVS-EN 60076-2:2002 sisaldab Euroopa standardi EN 60076-2:1997 ingliskeelset teksti. Käesolev dokument on jõustatud 18.12.2002 ja selle kohta on avaldatud teade Eesti standardiorganisatsiooni ametlikus väljaandes. Standard on kättesaadav Eesti standardiorganisatsioonist.	This Estonian standard EVS-EN 60076-2:2002 consists of the English text of the European standard EN 60076-2:1997. This document is endorsed on 18.12.2002 with the notification being published in the official publication of the Estonian national standardisation organisation. The standard is available from Estonian standardisation organisation.
--	---

Käsitlusala: This part of International Standard IEC 76 identifies transformers according to their cooling methods, defines temperature-rise limits and details the methods of test for temperature-rise measurements. It applies to transformers as defined in the scope of IEC 76-1.	Scope: This part of International Standard IEC 76 identifies transformers according to their cooling methods, defines temperature-rise limits and details the methods of test for temperature-rise measurements. It applies to transformers as defined in the scope of IEC 76-1.
---	---

ICS 29.180

Võtmesõnad: cooling methods, power transformers, temperature rise, temperature rise limits, tests of temperature rise

Descriptors: Power transformers, temperature rise, cooling methods, temperature rise limits, tests of temperature rise

English version

Power transformers
Part 2: Temperature rise
(IEC 76-2:1993, modified)

Transformateurs de puissance
Partie 2: Echauffement
(CEI 76-2:1993, modifiée)

Leistungstransformatoren
Teil 2: Übertemperaturen
(IEC 76-2:1993, modifiziert)

This European Standard was approved by CENELEC on 1997-03-11. 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 text of the International Standard IEC 76-2:1993, prepared by IEC TC 14, Power transformers, together with the common modifications prepared by the Technical Committee CENELEC TC 14 was submitted to the formal vote and was accepted by CENELEC as EN 60076-2 on 1997-03-11.

This European Standard supersedes HD 398.2 S1:1979 and its amendment A1:1988.

Technical differences relate mainly to certain measures to bring the standard in line with actual requirements of User's specifications.

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) 1997-09-01
- latest date by which the national standards conflicting
with the EN have to be withdrawn (dow) 1997-09-01

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, B and C are informative.

Annex ZA has been added by CENELEC.

Endorsement notice

The text of the International Standard IEC 76-2:1993 was approved by CENELEC as a European Standard with agreed common modifications as given below.

COMMON MODIFICATIONS

2 Normative references

Delete the year of issue in reference to IEC 606.

3 Identification symbols according to cooling method

Add after "multi-winding transformer" in the last paragraph before the examples the words:

unless otherwise agreed between manufacturer and purchaser,

4 Temperature-rise limits

Add a new paragraph after the fourth paragraph:

Additional temperature-rise tests, as agreed between the manufacturer and the purchaser, may be carried out on transformers having guaranteed ratings related to different cooling conditions, e.g. ONAN/ONAF, to verify the efficiencies of alternative cooling arrangements.

B.3 Variable loading or cooling - Thermal time constants

Add at the end of the clause the following paragraph:

The need for compliance with IEC 354, IEC 905 or other loading conditions shall be stated by the purchaser at tender stage.

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 76-1 (mod)	1993	Power transformers Part 1: General	EN 60076-1	1997
IEC 85	1984	Thermal evaluation and classification of electrical insulation	HD 566 S1	1990
IEC 279	1969	Measurement of the winding resistance of an a.c. machine during operation at alternating voltage	-	-
IEC 354	1991	Loading guide for oil-immersed power transformers	-	-
IEC 606	1978 ¹⁾	Application guide for power transformers	-	-
IEC 726 (mod)	1982	Dry-type power transformers	HD 464 S1 ²⁾ + A2 + A3 + A4	1988 1991 1992 1995
IEC 905	1987	Loading guide for dry-type power transformers	-	-
ISO 2592	1973	Petroleum products - Determination of flash and fire points - Cleveland open cup method	EN 22592	1993

1) Under revision, latest edition will apply.

2) HD 464 S1 includes A1:1986 to IEC 726:1982, mod.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
76-2**

Deuxième édition
Second edition
1993-04

Transformateurs de puissance

Partie 2:
Echauffement

Power transformers

Part 2:
Temperature rise



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 76-2: 1993

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 des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

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*.

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

Numbering

As from 1 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 subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

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*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
76-2**

Deuxième édition
Second edition
1993-04

Transformateurs de puissance

**Partie 2:
Echauffement**

Power transformers

**Part 2:
Temperature rise**

© CEI 1993 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

U

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

CORRIGENDUM 1

Page 10

Article 4.1:

*Dans le cinquième alinéa, commençant par
« La température du fluide... », à la troisième
ligne, au lieu de*

...voir 2.1 de la CEI 76-1...

lire

*...voir **1.2** de la CEI 76-1...*

Page 11

Clause 4.1:

*In the third paragraph, beginning with
“The cooling medium temperature...”,
third line, instead of*

...see 2.1 of IEC 76-1...

read

*...see **1.2** of IEC 76-1...*

Page 14

Article 4.3.1:

Dans la deuxième ligne, au lieu de

...en 2.1 de la CEI 76-1...

lire

*...en **1.2** de la CEI 76-1...*

Page 15

Article 4.3.1:

In the second line, instead of

...in 2.1 of IEC 76-1...

read

*...in **1.2** of IEC 76-1...*

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Symboles de désignation selon le mode de refroidissement	6
4 Limites d'échauffement	10
4.1 Généralités	10
4.2 Limites normales d'échauffement à puissance assignée en régime permanent	10
4.3 Spécifications modifiées du fait de conditions de service anormales	14
4.4 Echauffement durant un cycle de charge spécifié	16
5 Essai d'échauffement	16
5.1 Généralités	16
5.2 Méthodes d'essais pour la détermination des échauffements	18
5.3 Détermination des températures d'huile	24
5.4 Détermination de la température moyenne des enroulements	26
5.5 Détermination de la température de l'enroulement avant coupure de l'alimentation	28
5.6 Corrections	28
Annexes	
A Note sur la température de l'huile dans les transformateurs à circulation forcée d'huile	30
B Charge transitoire – Modèle mathématique et essais	34
C Techniques utilisées dans un essai d'échauffement des transformateurs immergés dans l'huile	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Identification symbols according to cooling method	7
4 Temperature-rise limits	11
4.1 General	11
4.2 Normal temperature-rise limits at continuous rated power	11
4.3 Modified requirements because of unusual service conditions	15
4.4 Temperature rise during a specified load cycle	17
5 Test of temperature rise	17
5.1 General	17
5.2 Test methods for temperature-rise determination	19
5.3 Determination of oil temperatures	25
5.4 Determination of average winding temperature	27
5.5 Determination of winding temperature before shutdown	29
5.6 Corrections	29
Annexes	
A Note on oil temperature in transformers with forced oil circulation	31
B Transient loading – Mathematical model and testing	35
C Techniques used in temperature-rise testing of oil-immersed transformers	43

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Partie 2: Echauffement

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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La présente partie de la Norme internationale CEI 76 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1976.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle de Six Mois	Rapport de vote
14(BC)76	14(BC)78

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

La CEI 76 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général: Transformateurs de puissance.

Partie 1: 1993, Généralités.

Partie 2: 1993, Echauffement.

Partie 3: 1980, Niveaux d'isolement et essais diélectriques.

Partie 5: 1976, Tenue au court-circuit.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS

Part 2: Temperature rise

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 cooperation 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use 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.

This part of International Standard IEC 76 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1976.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
14(CO)76	14(CO)78

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

IEC 76 consists of the following parts, under the general title: Power transformers.

Part 1: 1993, General.

Part 2: 1993, Temperature rise.

Part 3: 1980, Insulation levels and dielectric tests.

Part 5: 1976, Ability to withstand short circuit.

Annexes A, B and C are for information only.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Partie 2: Echauffement

1 Domaine d'application

La présente partie de la Norme internationale CEI 76 identifie les transformateurs en fonction de leurs modes de refroidissement, définit les limites d'échauffement et présente en détail les méthodes d'essais pour les mesures des échauffements. Elle s'applique aux transformateurs définis par le domaine d'application de la CEI 76-1.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 76. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 76 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 76-1: 1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 279: 1969, *Mesure de la résistance des enroulements d'une machine à courant alternatif en fonctionnement sous tension alternative*

CEI 354: 1991, *Guide de charge pour transformateurs de puissance immergés dans l'huile*

CEI 606: 1978, *Guide d'application pour les transformateurs de puissance*

CEI 726: 1982, *Transformateurs de puissance de type sec*

CEI 905: 1987, *Guide de charge pour transformateurs de puissance du type sec*

ISO 2592: 1973, *Produits pétroliers – Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland en vase ouvert*

3 Symboles de désignation selon le mode de refroidissement

Les transformateurs doivent être désignés selon le mode de refroidissement utilisé. Pour les transformateurs immergés dans l'huile, cette désignation est réalisée par un code à quatre lettres défini ci-dessous. Les codes correspondants pour les transformateurs du type sec sont donnés dans la CEI 726.

POWER TRANSFORMERS

Part 2: Temperature rise

1 Scope

This part of International Standard IEC 76 identifies transformers according to their cooling methods, defines temperature-rise limits and details the methods of test for temperature-rise measurements. It applies to transformers as defined in the scope of IEC 76-1.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 76. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 76 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent edition of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 76-1: 1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 279: 1969, *Measurement of the winding resistance of an a.c. machine during operation at alternating voltage*

IEC 354: 1991, *Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 606: 1978, *Application guide for power transformers*

IEC 726: 1982, *Dry-type power transformers*

IEC 905: 1987, *Loading guide for dry-type power transformers*

ISO 2592: 1973, *Petroleum products – Determination of flash and fire points – Cleveland open-cup method*

3 Identification symbols according to cooling method

Transformers shall be identified according to the cooling method employed. For oil-immersed transformers this identification is expressed by a four-letter code as described below. Corresponding codes for dry-type transformers are given in IEC 726.