

# 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 Varembé Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE



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

## CONTENTS

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

## 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*

## 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*