

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 76-2

Première édition — First edition

1976

DEUXIÈME IMPRESSION 1987

SECOND IMPRESSION 1987

Transformateurs de puissance

Deuxième partie Echauffement

Power transformers

Part 2. Temperature rise



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Révision de la présente publication

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

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci dessous:

- **Bulletin de la CEI**
- **Rapport d'activité de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (V E I), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le V E I peuvent être obtenus sur demande

Symboles graphiques et littéraux

Seuls les symboles graphiques et littéraux spéciaux sont inclus dans la présente publication

Le recueil complet des symboles graphiques approuvés par la CEI fait l'objet de la Publication 117 de la CEI

Les symboles littéraux et autres signes approuvés par la CEI font l'objet de la Publication 27 de la CEI

Autres publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur la page 3 de la couverture qui énumère les autres publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication

Revision 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 on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **Report on IEC Activities**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (I E V), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the I E V will be supplied on request

Graphical and letter symbols

Only special graphical and letter symbols are included in this publication

The complete series of graphical symbols approved by the IEC is given in IEC Publication 117

Letter symbols and other signs approved by the IEC are contained in IEC Publication 27

Other IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the inside of the back cover, which lists other IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC STANDARD

Publication 76-2

Première édition — First edition

1976

DEUXIÈME IMPRESSION 1987

SECOND IMPRESSION 1987

Transformateurs de puissance

Deuxième partie. Échauffement

Power transformers

Part 2 Temperature rise



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

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1 Désignation suivant le mode de refroidissement	6
1 1 Symboles de désignation	6
1 2 Disposition des symboles	6
2 Limites d'échauffement	8
2 1 Limites normales d'échauffement	8
2 2 Réduction des échauffements dans le cas de transformateurs prévus pour une température élevée de l'agent de refroidissement ou pour des conditions spéciales de refroidissement par air	10
2 3 Réduction des échauffements pour des transformateurs prévus pour des altitudes élevées	12
3 Essai d'échauffement (essai de type)	12
3 1 Mesure de la température de l'air de refroidissement	12
3 2 Mesure de la température de l'eau de refroidissement	12
3 3 Détermination de la température des enroulements	14
3 4 Mesure de la température de l'huile à la partie supérieure	14
3 5 Durée de l'essai d'échauffement	14
3 6 Méthode d'essai pour les transformateurs du type sec	16
3 7 Méthode d'essai pour les transformateurs immergés dans l'huile	16
3 8 Méthodes de mise en charge	18
3 9 Correction de température pour tenir compte du refroidissement des transformateurs après coupure de l'alimentation	20
FIGURES	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1 Identification according to cooling method	7
1 1 Identification symbols	7
1 2 Arrangement of symbols	7
2 Temperature-rise limits	9
2 1 Normal temperature-rise limits	9
2 2 Reduced temperature rises for transformers designed for high cooling medium temperatures or special air cooling conditions	11
2 3 Reduced temperature rises for transformers designed for high altitudes	13
3 Test of temperature rise (type test)	13
3 1 Measurement of the temperature of cooling air	13
3 2 Measurement of the temperature of cooling water	13
3 3 Determination of the winding temperature	15
3 4 Measurement of the top oil temperature	15
3 5 Duration of the test of temperature rise	15
3 6 Test method for dry-type transformers	17
3 7 Test method for oil-immersed type transformers	17
3 8 Loading methods	19
3 9 Temperature correction for cooling of transformers after switching off the supply	21
FIGURES	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Deuxième partie : Echauffement

PRÉAMBULE

- 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.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 14 de la CEI. Transformateurs de puissance

Elle constitue la deuxième partie d'une série de cinq qui, lorsqu'elle sera complète, remplacera la deuxième édition de la Publication 76 (1967)

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Bruxelles en 1971 et un deuxième projet fut discuté lors de la réunion tenue à Athènes en 1972, d'où résulta un projet, document 14(Bureau Central)25, qui fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1974

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Afrique du Sud (République d')
Allemagne
Argentine
Australie
Autriche
Belgique
Danemark
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Hongrie
Israël

Italie
Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Tchécoslovaquie
Turquie
Union des Républiques Socialistes Soviétiques
Yougoslavie

La publication 76 a été divisée en cinq parties, indiquées ci-après, qui sont publiées en fascicules séparés :

- Publication 76-1 : Première partie : Généralités
- Publication 76-2 : Deuxième partie : Echauffement
- Publication 76-3 : Troisième partie : Niveaux d'isolement et essais diélectriques
- Publication 76-4 : Quatrième partie : Prises et connexions
- Publication 76-5 : Cinquième partie : Tenue au court circuit

En attendant la publication de la troisième partie qui paraîtra ultérieurement, les prescriptions relatives aux niveaux d'isolement et essais diélectriques de la Publication 76 (1967) continuent à s'appliquer.

Autres publications de la CEI citées dans la présente publication

- Publications n° 85 : Recommandations relatives à la classification des matières destinées à l'isolement des machines et appareils électriques en fonction de leur stabilité thermique en service
- 279 : Mesure de la résistance des enroulements d'une machine à courant alternatif en fonctionnement sous tension alternative

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS

Part 2: Temperature rise

FOREWORD

- 1) 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
- 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

PREFACE

This publication has been prepared by IEC Technical Committee No 14, Power Transformers

It is the second of a series of five parts which, when completed, will supersede the second edition of Publication 76 (1967)

A first draft was discussed at the meeting held in Brussels in 1971, and a second draft was discussed at the meeting held in Athens in 1972, as a result of which a draft, Document 14(Central Office)25, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1974

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Argentina	Netherlands
Australia	Norway
Austria	Poland
Belgium	Romania
Czechoslovakia	South Africa (Republic of)
Denmark	Spain
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United Kingdom
Italy	United States of America
Japan	Yugoslavia

Publication 76 has been divided into the following five parts which are published as separate booklets:

- Publication 76-1, Part 1: General
- Publication 76-2, Part 2: Temperature Rise
- Publication 76-3, Part 3: Insulation Levels and Dielectric Tests
- Publication 76-4, Part 4: Tappings and Connections
- Publication 76-5, Part 5: Ability to Withstand Short Circuit

Pending publication of Part 3, which will be issued at a later date, the insulation levels and dielectric test requirements of Publication 76 (1967) continue to apply

Other IEC publications quoted in this publication

Publications No 85: Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to their Thermal Stability in Service

279: Measurement of the Winding Resistance of an A C Machine During Operation at Alternating Voltage

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Deuxième partie : Echauffement

1 Désignation suivant le mode de refroidissement

1.1 Symboles de désignation

Les transformateurs doivent être désignés d'après le mode de refroidissement utilisé. Les symboles littéraux correspondant à chaque mode de refroidissement sont mentionnés au tableau I.

TABLEAU I
Symboles littéraux

Nature de l'agent de refroidissement	Symbole
Huile minérale ou liquide isolant synthétique inflammable équivalent	O
Liquide isolant synthétique non inflammable	L
Gaz	G
Eau	W
Air	A
Nature de la circulation	
Naturelle	N
Forcée (huile non dirigée)	F
Forcée avec huile dirigée	D

Dans les transformateurs avec circulation forcée et dirigée de l'huile, une certaine proportion du flux forcé d'huile est canalisée à travers les enroulements. Certains enroulements, cependant, peuvent avoir une circulation forcée avec huile non dirigée, par exemple les enroulements de réglage séparés, les enroulements auxiliaires et les enroulements de stabilisation.

1.2 Disposition des symboles

Les transformateurs doivent être désignés par quatre symboles pour chacun des modes de refroidissement pour lequel un régime nominal est assigné par le constructeur.

Les transformateurs du type sec sans enveloppe de protection sont désignés par deux symboles seulement pour l'agent de refroidissement qui est en contact avec les enroulements ou, dans le cas d'enroulements enrobés dans une matière isolante (par exemple résine époxy), avec la surface de l'enrobage.

L'ordre dans lequel les symboles doivent être utilisés est indiqué au tableau II. On doit utiliser une barre de fraction oblique pour séparer les groupes de symboles des différents modes de refroidissement.

TABLEAU II
Ordre des symboles

1 ^{re} lettre	2 ^e lettre	3 ^e lettre	4 ^e lettre
Concerne l'agent de refroidissement qui est en contact avec les enroulements		Concerne l'agent de refroidissement qui est en contact avec le système de refroidissement extérieur	
Nature de l'agent de refroidissement	Nature de la circulation	Nature de l'agent de refroidissement	Nature de la circulation

POWER TRANSFORMERS

Part 2: Temperature rise

1 Identification according to cooling method

1.1 Identification symbols

Transformers shall be identified according to the cooling method employed. Letter symbols for use in connection with each cooling method shall be as given in Table I.

TABLE I
Letter symbols

Kind of cooling medium	Symbol
Mineral oil or equivalent flammable synthetic insulating liquid	O
Non-flammable synthetic insulating liquid	L
Gas	G
Water	W
Air	A
Kind of circulation	
Natural	N
Forced (oil not directed)	F
Forced-directed oil	D

In transformers with forced-directed oil circulation, a certain proportion of the forced oil flow is channelled so as to pass through the windings. Certain windings, however, may have a non-directed oil flow, for instance separate tapping windings, auxiliary windings and stabilizing windings.

1.2 Arrangement of symbols

Transformers shall be identified by four symbols for each cooling method for which a rating is assigned by the manufacturer.

Dry-type transformers without protective enclosures are identified by two symbols only for the cooling medium that is in contact with the windings or the surface coating of windings with an overall coating (e.g. epoxy resin).

The order in which the symbols are used shall be as given in Table II. Oblique strokes shall be used to separate the group symbols for different cooling methods.

TABLE II
Order of symbols

1st letter	2nd letter	3rd letter	4th letter
Indicating the cooling medium that is in contact with the windings		Indicating the cooling medium that is in contact with the external cooling system	
Kind of cooling medium	Kind of circulation	Kind of cooling medium	Kind of circulation