

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Modification

n° 1
Février 1986
à 1a

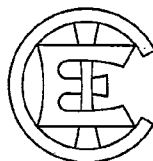
Publication 726
1982

Amendment

No. 1
February 1986
to

Transformateurs de puissance de type sec

Dry-type power transformers



Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

3, rue de Varembé
Genève, Suisse

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE DE TYPE SEC

PREFACE

La présente modification a été établie par le Comité d'Etudes n° 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Le texte de cette modification est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
14(BC)61	14(BC)64

Pour de plus amples renseignements, consulter le rapport de vote mentionné dans le tableau ci-dessus.

Page 18

Tableau IV: Limites d'échauffement

Dans la colonne 2 de ce tableau, remplacer "185 (H)" par "180 (H)".

DRY-TYPE POWER TRANSFORMERS

PREFACE

This amendment has been prepared by IEC Technical Committee No. 14: Power Transformers.

The text of this amendment is based upon the following documents:

Six Months' Rule	Report on Voting
14(C0)61	14(C0)64

Further information can be found in the Report on Voting indicated in the table above.

Page 19

Table IV: Temperature-rise limits

In column 2 of this table, replace "185 (H)" by "180 (H)".

**COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI**

**INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD**

Publication 726
Première édition — First edition
1982

Transformateurs de puissance de type sec

Dry-type power transformers



© CEI 1982

Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale
3, 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**
- **Annuaire de la CEI**
Publié annuellement
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

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.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du V.E.I., soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera:

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 117 de la CEI: Symboles graphiques recommandés.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 117 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

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 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**
- **IEC Yearbook**
Published yearly
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

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.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the I.E.V. 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:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 117: Recommended graphical symbols.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 117, 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 inside of the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
NORME DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
IEC STANDARD

Publication 726
Première édition — First edition
1982

Transformateurs de puissance de type sec

Dry-type power transformers

Mots clés: transformateurs de puissance
type sec; exigences;
essais; propriétés;
définitions.

Key words: dry-type power transformers;
requirements; testing;
properties; definitions.



© CEI 1982

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

Prix
Price Fr.s. 51.—

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
 SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Conditions de service	6
3. Définitions	8
4. Prises	10
5. Connexions	10
6. Tenue au court-circuit	10
 SECTION DEUX — RÉGIME ASSIGNÉ	
7. Régime assigné	10
8. Plaques signalétiques	12
 SECTION TROIS — MÉTHODES DE REFROIDISSEMENT ET ÉCHAUFFEMENT	
9. Désignation suivant le mode de refroidissement	14
10. Limites d'échauffement	16
 SECTION QUATRE — NIVEAUX D'ISOLEMENT	
11. Niveaux d'isolement	20
 SECTION CINQ — ESSAIS	
12. Prescriptions générales pour les essais	20
13. Mesure de la résistance des enroulements	22
14. Mesure du rapport de transformation et contrôle du couplage	22
15. Mesure de la tension de court-circuit (prise principale), de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge	22
16. Mesure des pertes et du courant à vide	22
17. Essai diélectrique par tension appliquée	22
18. Essai diélectrique par tension induite	22
19. Essai au choc de foudre	24
20. Mesure des décharges partielles	24
21. Essai d'échauffement	28
22. Mesure du niveau de bruit	32
23. Essai de tenue au court-circuit	32
24. Tolérances	32
 SECTION SIX — ENVELOPPES	
25. Degrés de protection procurés par les enveloppes	32
ANNEXE A — Renseignements à fournir à l'appel d'offre et à la commande	34
ANNEXE B — Conditions de service exceptionnelles	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
 SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope	7
2. Service conditions	7
3. Definitions	9
4. Tappings	11
5. Connections	11
6. Ability to withstand short circuit	11
 SECTION TWO — RATING	
7. Rating	11
8. Rating plates	13
 SECTION THREE — COOLING METHODS AND TEMPERATURE RISE	
9. Identification according to cooling method	15
10. Temperature-rise limits	17
 SECTION FOUR — INSULATION LEVELS	
11. Insulation levels	21
 SECTION FIVE — TESTS	
12. General requirements for tests	21
13. Measurement of winding resistance	23
14. Measurement of voltage ratio and check of voltage vector relationship	23
15. Measurement of impedance voltage (principal tapping), short-circuit impedance and load loss	23
16. Measurement of no-load loss and current	23
17. Separate-source voltage withstand test	23
18. Induced overvoltage withstand test	23
19. Lightning impulse test	25
20. Partial discharge measurement	25
21. Temperature-rise test	29
22. Measurement of sound level	33
23. Short-circuit test	33
24. Tolerances	33
 SECTION SIX — ENCLOSURES	
25. Degrees of protection provided by enclosures	33
APPENDIX A — Information required with enquiry and order	35
APPENDIX B — Unusual service conditions	39

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE DE TYPE SEC

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 sujet 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 C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la C E I, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la C E I et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes n° 14 de la C E I: Transformateurs de puissance.

Un premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Helsinki en 1977. A la suite de cette réunion, un projet, document 14(Bureau Central)46, fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1979.

Des modifications, document 14(Bureau Central)53, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en août 1980.

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

Afrique du Sud (République d')	Espagne	Royaume-Uni
Allemagne	Finlande	Suède
Australie	Israël	Suisse
Autriche	Italie	Tchécoslovaquie
Belgique	Norvège	Turquie
Chine	Pays-Bas	Union des Républiques
Danemark	Pologne	Socialistes Soviétiques
Egypte	Roumanie	Yougoslavie

Autres publications de la C E I citées dans la présente norme:

- Publications n° 50: Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.).
 71: Coordination de l'isolement.
 76: Transformateurs de puissance:
 76-1: Première partie: Généralités.
 76-2: Deuxième partie: Echauffement.
 76-3: Troisième partie: Niveaux d'isolement et essais diélectriques.
 76-4: Quatrième partie: Prises et connexions.
 76-5: Cinquième partie: Tenu au court-circuit.
 84: Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure.
 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.
 119: Recommandations pour les cellules, éléments redresseurs et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins.
 146: Convertisseurs à semi-conducteurs.
 185: Transformateurs de courant.
 186: Transformateurs de tension.
 270: Mesure des décharges partielles.
 529: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes.
 551: Mesure des niveaux de bruit des transformateurs et des bobines d'inductance.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

DRY-TYPE POWER TRANSFORMERS

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 standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 14: Power Transformers.

A first draft was discussed at the meeting held in Helsinki in 1977. As a result of this meeting, a draft, Document 14(Central Office)46, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1979.

Amendments, Document 14(Central Office)53, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in August 1980.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Germany	Spain
Austria	Israel	Sweden
Belgium	Italy	Switzerland
China	Netherlands	Turkey
Czechoslovakia	Norway	Union of Soviet
Denmark	Poland	Socialist Republics
Egypt	Romania	United Kingdom
Finland	South Africa (Republic of)	Yugoslavia

Other IEC publications quoted in this standard:

Publications Nos.	50:	International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.).
	71:	Insulation Co-ordination.
	76:	Power Transformers:
		76-1: Part 1: General.
		76-2: Part 2: Temperature Rise.
		76-3: Part 3: Insulation Levels and Dielectric Tests.
		76-4: Part 4: Tappings and Connections.
		76-5: Part 5: Ability to Withstand Short Circuit.
	84:	Recommendations for Mercury-arc Convertors.
	85:	Recommendations for the Classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in Relation to Their Thermal Stability in Service.
	119:	Recommendations for Polycrystalline Semiconductor Rectifier Stacks and Equipment.
	146:	Semiconductor Convertors.
	185:	Current Transformers.
	186:	Voltage Transformers.
	270:	Partial Discharge Measurements.
	529:	Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures.
	551:	Measurement of Transformer and Reactor Sound Levels.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE DE TYPE SEC

SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux transformateurs de puissance de type sec (y compris les autotransformateurs) ayant des valeurs de tension la plus élevée pour le matériel inférieures ou égales à 36 kV.

Elle ne s'applique pas aux petits transformateurs et transformateurs spéciaux de type sec suivants:

- transformateurs monophasés de puissance assignée inférieure à 1 kVA, et transformateurs polyphasés de puissance assignée inférieure à 5 kVA;
- transformateurs de mesure (faisant l'objet des Publications 185 de la CEI: Transformateurs de courant, et 186: Transformateurs de tension);
- transformateurs pour convertisseurs statiques (faisant l'objet des Publications 84 de la CEI: Recommandations pour les convertisseurs à vapeur de mercure, 119: Recommandations pour les cellules, éléments redresseurs et groupes redresseurs à semiconducteurs polycristallins, et 146: Convertisseurs à semi-conducteurs);
- transformateurs de démarrage;
- transformateurs d'essais;
- transformateurs de traction montés sur matériel roulant;
- transformateurs résistant au feu et transformateurs de mines;
- transformateurs de soudure;
- transformateurs de réglage de tension;
- petits transformateurs de puissance pour lesquels la sécurité doit être spécialement prise en considération.

Lorsqu'il n'existe pas de norme CEI pour les transformateurs mentionnés ci-dessus ou pour d'autres transformateurs spéciaux, la présente norme peut être appliquée en tout ou en partie.

Avec l'édition de la présente norme, les prescriptions de la Publication 76 de la CEI ne s'appliquent aux transformateurs de type sec que si la présente norme en fait mention.

S'il est fait référence à des articles et paragraphes spécifiques de diverses parties de la Publication 76 de la CEI, il est à retenir que ses éditions se présentent comme suit:

76-1, 76-2, 76-4, 76-5: 1976.
76-3: 1980.

2. Conditions de service

2.1 Conditions de service normales

La présente norme donne des prescriptions détaillées pour les transformateurs destinés à être utilisés dans les conditions suivantes:

a) Altitude:

Altitude au-dessus du niveau de la mer ne dépassant pas 1 000 m.

Note. — Pour des altitudes plus élevées, voir paragraphe 2.2.

DRY-TYPE POWER TRANSFORMERS

SECTION ONE — GENERAL

1. Scope

This standard applies to dry-type power transformers (including auto-transformers) having values of highest voltage for equipment up to and including 36 kV.

The following small and special dry-type transformers are not covered by this standard:

- single-phase transformers rated at less than 1 kVA and polyphase transformers rated at less than 5 kVA;
- instrument transformers (covered by IEC Publications 185: Current Transformers, and 186: Voltage Transformers);
- transformers for static convertors (covered by IEC Publications 84: Recommendations for Mercury-arc Convertors, 119: Recommendations for Polycrystalline Semiconductor Rectifier Stacks and Equipment, and 146: Semiconductor Convertors);
- starting transformers;
- testing transformers;
- traction transformers mounted on rolling stock;
- flameproof and mining transformers;
- welding transformers;
- voltage regulating transformers;
- small power transformers in which safety is a special consideration.

Where IEC standards do not exist for the transformers mentioned above or for other special transformers, this standard may be applicable as a whole or in parts.

With the publication of this standard, the requirements of IEC Publication 76 apply to dry-type transformers only in so far as they are referred to in this standard.

Where reference is made to specific clauses and sub-clauses of various parts of IEC Publication 76, it is to be understood that the editions are as follows:

76-1, 76-2, 76-4, 76-5: 1976.

76-3: 1980.

2. Service conditions

2.1 Normal service conditions

This standard gives detailed requirements for transformers for use under the following conditions:

a) Altitude:

A height above sea-level not exceeding 1 000 m (3 300 feet).

Note. — For greater altitudes, see Sub-clause 2.2.

b) Température de l'air de refroidissement:

N'excède en aucun cas 40 °C et ne doit jamais être inférieure à:

- 25 °C pour les transformateurs de type extérieur;
- 5 °C pour les transformateurs de type intérieur.

En outre, la température de l'air ne dépasse en aucun cas:

- 30 °C pour la température moyenne journalière;
- 20 °C pour la température moyenne annuelle.

Note. — Pour des températures plus élevées, voir paragraphe 2.2.

c) Forme d'onde de la tension d'alimentation:

Tension dont la forme d'onde est approximativement sinusoïdale.

d) Symétrie des tensions d'alimentation polyphasées:

Pour les transformateurs polyphasés, les tensions d'alimentation sont approximativement symétriques.

2.2 Dispositions pour conditions de service exceptionnelles

L'acheteur doit préciser, dans son appel d'offres, toutes les conditions de service non prévues dans les conditions de service normales du paragraphe 2.1 (voir annexe B).

Des prescriptions complémentaires, à l'intérieur de certaines limites, pour le régime assigné et les conditions d'essai de transformateurs prévus pour des conditions de service autres que les conditions normales indiquées au paragraphe 2.1, par exemple pour une température élevée de l'air de refroidissement ou une altitude supérieure à 1 000 m, sont indiquées aux paragraphes 10.2, 10.3 et 11.2.

Dans des conditions de température en dehors des limites du domaine des prescriptions complémentaires, ainsi que dans des conditions de fonctionnement exceptionnelles, par exemple en cas de refroidissement par une circulation d'air restreinte, l'échauffement admissible doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

3. Définitions

Les définitions ci-après sont applicables dans le cadre de la présente norme. Les autres termes utilisés ont la signification qui leur est attribuée dans les Publications de la CEI 76-1: Transformateurs de puissance, Première partie: Généralités, ou 50: Vocabulaire Electro-technique International (V.E.I.).

3.1 Transformateur de type sec

Transformateur dont le circuit magnétique et les enroulements ne sont pas immergés dans un diélectrique liquide.

Note — Le refroidissement d'un transformateur de type sec peut se faire par circulation naturelle, naturelle/forcée ou forcée (voir article 9).

3.1.1 Transformateur sec à enroulements enrobés

Transformateur de type sec ayant un ou plusieurs enroulements enrobés dans une isolation solide.

3.1.2 Transformateur sec à enroulements non enrobés

Transformateur de type sec n'ayant pas d'enroulement enrobé dans une isolation solide.

b) Temperature of cooling air:

Never exceeding 40 °C and never below:

— 25 °C in the case of outdoor transformers;

— 5 °C in the case of indoor transformers.

In addition, an ambient air temperature never exceeding the following values:

30 °C average in any one day;

20 °C average in any one year.

Note. — For higher temperatures, see Sub-clause 2.2.

c) Wave-shape of supply voltage:

A supply voltage of which the wave-shape is approximately sinusoidal.

d) Symmetry of polyphase supply voltages:

For polyphase transformers, supply voltages which are approximately symmetrical.

2.2 Provision for unusual service conditions

The purchaser shall specify in his enquiry any service conditions not covered by the normal service conditions in Sub-clause 2.1 (see Appendix B).

Supplementary requirements, within defined limits, for the rating and testing of transformers designed for other than normal service conditions listed in Sub-clause 2.1, such as high temperature of cooling air or altitude above 1 000 m (3 300 feet) are given in Sub-clauses 10.2, 10.3 and 11.2.

For temperature conditions outside the limits covered by the supplementary requirements and special operating conditions, for example restricted cooling air circulation, the temperature rise is to be subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

3. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply. Other terms used have the meanings ascribed to them in IEC Publications 76-1: Power Transformers, Part 1: General, or 50: International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.).

3.1 Dry-type transformer

A transformer in which the core and windings are not immersed in an insulating liquid.

Note. — The cooling of a dry-type transformer may be natural, natural/forced or forced circulation (see Clause 9).

3.1.1 Encapsulated-winding dry-type transformer

A dry-type transformer having one or more windings encapsulated with solid insulation.

3.1.2 Non-encapsulated-winding dry-type transformer

A dry-type transformer having none of the windings encapsulated with solid insulation.