

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 76-4

Première édition — First edition

1976

Transformateurs de puissance

Quatrième partie: Prises et connexions

Power transformers

Part 4: Tappings and connections



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 76-4

Première édition — First edition

1976

Transformateurs de puissance

Quatrième partie: Prises et connexions

Power transformers

Part 4: Tappings and connections



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

SECTION UN — PRISES

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Prescriptions valables pour toutes les catégories de réglage	6
2.1 Généralités	6
2.2 Prise principale	6
2.3 Spécification de l'étendue de prises	6
2.4 Spécification de l'impédance de court-circuit	6
2.5 Prescriptions relatives aux pertes dues à la charge	8
2.6 Prescriptions relatives à l'échauffement (garanties et essais)	8
2.7 Prescriptions relatives au fonctionnement à tension supérieure à la tension de prise	8
3. Définition et prescriptions complémentaires pour le réglage à flux constant	8
3.1 Définition du réglage à flux constant (R.F.C.)	8
3.2 Prescriptions complémentaires pour le réglage à flux constant (R.F.C.)	10
3.3 Transformateurs à enroulements séparés de puissance nominale au plus égale à 3 150 kVA et d'étendue de prises au plus égale à $\pm 5\%$	10
4. Définition et prescriptions complémentaires pour le réglage à flux variable	10
4.1 Définition du réglage à flux variable (R.F.V.)	10
4.2 Prescriptions complémentaires pour le réglage à flux variable (R.F.V.)	10
5. Définition et prescriptions complémentaires pour le réglage combiné	12
5.1 Définition du réglage combiné (R.Cb.)	12
5.2 Prescriptions complémentaires pour le réglage combiné (R.Cb.)	12

SECTION DEUX — CONNEXIONS

6. Mode de connexion des enroulements de phase	12
7. Déphasage entre enroulements	14
ANNEXE A — Exemples de spécifications de transformateurs avec prises de réglage	18
ANNEXE B — Couplages usuels des transformateurs	22
FIGURES	24

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

SECTION ONE — TAPPINGS

Clause	
1. Scope	7
2. Requirements valid for all categories of voltage variation.	7
2.1 General	7
2.2 Principal tapping	7
2.3 Specification of the tapping range	7
2.4 Short-circuit impedance specification	7
2.5 Load loss requirements	9
2.6 Requirements related to temperature rise (guarantees and tests)	9
2.7 Requirements related to operation at a voltage higher than the tapping voltage	9
3. Definition and additional requirements for constant flux voltage variation	9
3.1 Definition of constant flux voltage variation (C.F.V.V.)	9
3.2 Additional requirements for constant flux voltage variation (C.F.V.V.)	11
3.3 Separate winding transformers of rated power up to and including 3 150 kVA and a tapping range up to and including $\pm 5\%$	11
4. Definition and additional requirements for variable flux voltage variation	11
4.1 Definition of variable flux voltage variation (V.F.V.V.)	11
4.2 Additional requirements for variable flux voltage variation (V.F.V.V.)	11
5. Definition and additional requirements for combined voltage variation	13
5.1 Definition of combined voltage variation (Cb.V.V.)	13
5.2 Additional requirements for combined voltage variation (Cb.V.V.)	13

SECTION TWO — CONNECTIONS

6. Connections of phase windings	13
7. Phase displacement between windings	15
APPENDIX A — Examples of specifications for transformers with tapplings	19
APPENDIX B — Transformer connections in general use	23
FIGURES	24

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Quatrième partie : Prises et connexions

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 quatrième 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)28, qui fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1974.

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

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

Japon
Norvège
Pays-Bas
Pologne
Portugal
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, les prescriptions relatives aux niveaux d'isolement et essais diélectriques de la Publication 76 (1967) continuent à s'appliquer, ainsi que les Annexes C et E en attendant la publication d'un guide d'application.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS

Part 4: Tappings and connections

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 fourth 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)28, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1974.

The following countries voted explicitly in favour of publication.

Australia
Austria
Belgium
Czechoslovakia
Denmark
Finland
France
Germany
Hungary
Israel
Italy
Japan
Netherlands

Norway
Poland
Portugal
Romania
South Africa (Republic of)
Spain
Sweden
Switzerland
Turkey
Union of Soviet Socialist Republics
United Kingdom
United States of America
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.

Until Part 3 is published, the insulation levels and dielectric test requirements of Publication 76 (1967) continue to apply. Also, pending publication of an application guide, Appendices C and E will continue to apply.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE

Quatrième partie : Prises et connexions

SECTION UN — PRISES

1. Domaine d'application

La présente norme concerne uniquement les transformateurs ayant un seul enroulement à prises. Pour les autotransformateurs, cela signifie que le nombre de spires par phase est constant soit pour l'enroulement haute tension (H.T.), soit pour l'enroulement basse tension (B.T.). (Les autotransformateurs munis de prises côté neutre doivent faire l'objet d'un accord.)

Les réglages qui introduisent un déphasage dans les tensions ne sont pas considérés.

2. Prescriptions valables pour toutes les catégories de réglage

2.1 Généralités

Les transformateurs ne sont pas munis de prises à moins que la spécification le demande; dans ce cas, on doit préciser si elles sont destinées au réglage hors tension ou en charge.

2.2 Prise principale

Sauf spécification contraire, la prise principale (voir la Publication 76-1: Première partie: Généralités, paragraphe 3.5.1.1) est la prise médiane si le nombre de positions de réglage est impair, ou, si ce nombre est pair, celle des deux prises médianes qui est associée au plus grand nombre effectif de spires de l'enroulement à prises; si la prise ainsi définie n'est pas une prise à pleine puissance, la prise principale est la prise à pleine puissance la plus proche (la prise principale étant une prise à pleine puissance conformément au paragraphe 3.5.4 de la Publication 76-1).

2.3 Spécification de l'étendue de prises

L'étendue de prises d'un enroulement à prises s'exprime comme suit:

- s'il y a des prises additives et des prises soustractives: $\pm a\%$ ou $+a\%$, $-b\%$;
- s'il y a seulement des prises additives ou seulement des prises soustractives: $+a\%$ ou $-b\%$.

2.4 Spécification de l'impédance de court-circuit

Le ou les enroulements auxquels l'impédance de court-circuit est rapportée doivent être indiqués comme suit:

- pour un transformateur à deux enroulements, il suffira d'indiquer auquel des deux enroulements l'impédance de court-circuit est rapportée (impédance H.T., impédance B.T.);
- pour un transformateur à plusieurs enroulements, l'impédance de court-circuit de la paire H.T./B.T., rapportée à l'enroulement H.T. par exemple, sera appelée impédance H.T./B.T. (H.T. étant souligné) ou impédance H.T. de la paire H.T./B.T.

POWER TRANSFORMERS

Part 4: Tappings and connections

SECTION ONE — TAPPINGS

1. Scope

This standard is restricted to transformers having only one tapped winding. For auto-transformers, this means that the number of turns per phase in either the high-voltage (H.V.) or low-voltage (L.V.) winding is constant (auto-transformers with tapped neutrals are subject to agreement).

Tap changing involving a phase displacement in the voltage is not taken into account.

2. Requirements valid for all categories of voltage variation

2.1 General

Transformers are not provided with tappings unless specifically required. When tappings are required, it shall be stated if they are intended for off-circuit or for on-load tap-changing.

2.2 Principal tapping

Unless otherwise specified, the principal tapping (see Publication 76-1, Part 1: General, Sub-clause 3.5.1.1) is the mean tapping position if the number of tapping positions is odd, or, if this number is even, that one of the two middle tapping positions which is associated with the higher effective number of turns of the tapped winding; if the tapping so defined is not a full-power tapping, the principal tapping is the closest full-power tapping (the principal tapping being a full-power tapping according to Sub-clause 3.5.4 of Publication 76-1).

2.3 Specification of the tapping range

The tapping range of the tapped winding is expressed as follows:

- if there are both plus and minus tappings: $\pm a\%$ or $+a\%$, $-b\%$;
- if there are only plus tappings or only minus tappings: $+a\%$ or $-b\%$.

2.4 Short-circuit impedance specification

The winding(s) to which the short-circuit impedance is related shall be indicated as follows:

- for a two-winding transformer, indication of the winding to which the short-circuit impedance is related will suffice (H.V. impedance, L.V. impedance);
- for a multi-winding transformer, the short-circuit impedance of the H.V./L.V. windings pair, related to the H.V. winding for instance, will be referred to as the H.V./L.V. impedance (H.V. being underlined) or as the H.V. impedance of the H.V./L.V. pair.

Selon les conditions de service, l'impédance de court-circuit peut être rapportée à l'un ou à l'autre des enroulements. Si la puissance active circule toujours de l'enroulement H.T. vers l'enroulement B.T., il est recommandé de rapporter l'impédance de court-circuit à l'enroulement H.T.

Les transformateurs à trois enroulements et les autotransformateurs à faible rapport de transformation (tels que ceux à rapport inférieur à 2) nécessitent d'être considérés spécialement, et les règles suivantes peuvent ne pas s'appliquer.

2.4.1 Impédance de court-circuit sur la prise principale

L'impédance de court-circuit, en ohms par phase, rapportée à un enroulement, doit être spécifiée en plus de la « tension de court-circuit à courant nominal » exprimée en pour-cent.

2.4.2 Impédance de court-circuit sur d'autres prises

Si nécessaire, les impédances de court-circuit pourront être spécifiées pour d'autres prises. S'il en est ainsi, les impédances des prises extrêmes devront être incluses.

Les tolérances applicables seront alors définies comme suit :

a) Si la prise principale est la prise médiane, ou l'une des deux prises médianes, les tolérances pour la prise principale doivent être celles prévues dans la Publication 76-1, tableau III, point 3a). Pour toute autre prise, la tolérance doit être majorée d'un pourcentage égal à la moitié de la variation du facteur de prise (en pour-cent) entre la prise principale et la prise considérée.

b) Dans les autres cas, l'étendue de prises doit être considérée comme équilibrée par rapport à la prise médiane et les tolérances doivent être calculées comme ci-dessus mais en supposant que les tolérances prévues dans la Publication 76-1, tableau III, s'appliquent à la prise médiane. Cela peut signifier que la tolérance sur la prise principale est supérieure à celle du point 3a) du tableau III de la Publication 76-1.

Pour une étendue de prises spécifiée, la méthode la plus simple est de fixer seulement, en se conformant aux règles de calcul précédentes, les valeurs minimales et maximales d'impédance, tolérances comprises.

Note. — Quand l'étendue totale de prises dépasse 25 % ou quand les tolérances calculées comme ci-dessus pourraient conduire à des niveaux d'impédance inacceptables, les tolérances devront faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

2.5 Prescriptions relatives aux pertes dues à la charge

L'acheteur doit indiquer pour quelles prises, autres que la prise principale, le constructeur doit fournir la valeur de ces pertes. Elles comprennent normalement les prises extrêmes.

Le courant de référence dans le cas de transformateurs à deux enroulements est, pour chaque prise, égal au « courant de prise ». Pour les transformateurs à plus de deux enroulements, le courant ou la puissance de référence doit être précisé.

2.6 Prescriptions relatives à l'échauffement (garanties et essais)

Les limites d'échauffement sont valables pour toutes les prises mais l'essai d'échauffement n'est fait que sur une prise, sauf dans des cas spéciaux.

2.7 Prescriptions relatives au fonctionnement à une tension supérieure à la tension de prise

Pour toutes les prises, les prescriptions sont les mêmes que pour la prise principale, sauf que les mots « tension nominale » et « courant nominal » sont remplacés par « tension de prise » et « courant de prise ». (Pour la prise principale, voir la Publication 76-1, paragraphe 4.4.)

3. Définition et prescriptions complémentaires pour le réglage à flux constant

3.1 Définition du réglage à flux constant (R.F.C.)

Réglage où la tension de prise est :

- la tension nominale pour tout enroulement sans prise;
- la tension nominale multipliée par le facteur de prise pour l'enroulement à prises.

Notes 1. — Le flux magnétique est le même, quelle que soit la prise, d'où le nom « réglage à flux constant ».

2. — La figure 1a, page 24, représente les variations des tensions de prise en fonction du facteur de prise.