

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60076-5

Troisième édition
Third edition
2006-02

Transformateurs de puissance –

**Partie 5:
Tenue au court-circuit**

Power transformers –

**Part 5:
Ability to withstand short circuit**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60076-5:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60076-5

Troisième édition
Third edition
2006-02

Transformateurs de puissance –

**Partie 5:
Tenue au court-circuit**

Power transformers –

**Part 5:
Ability to withstand short circuit**

© IEC 2006 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

W

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Exigences relatives à la tenue au court-circuit	8
3.1 Généralités	8
3.2 Conditions de surintensités	10
4 Démonstration de la tenue au court-circuit	16
4.1 Tenue thermique au court-circuit	16
4.2 Tenue aux effets dynamiques de court-circuit	22
Annexe A (informative) Evaluation théorique de la capacité de résister aux effets dynamiques de court-circuit	40
Annexe B (informative) Définition de transformateur similaire	70
Figure 1 – Transformateur connecté en étoile-triangle	28
Figure 2 – Autotransformateur étoile-étoile	30
Tableau 1 – Valeurs minimales de l'impédance de court-circuit reconnues pour transformateurs à deux enroulements séparés	12
Tableau 2 – Puissance apparente de court-circuit du réseau	12
Tableau 3 – Valeurs maximales admissibles de la température moyenne de chaque enroulement après court-circuit	20
Tableau 4 – Valeurs du facteur $k \times \sqrt{2}$	24
Tableau A.1 – Comparaison des forces et les contraintes dans les transformateurs colonnes	60
Tableau A.2 – Comparaison des forces et des contraintes dans les transformateurs cuirassés	64
Tableau A.3 — Valeurs pour le facteur K_3	68
Tableau A.4 — Valeurs pour le facteur K_4	68

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Requirements with regard to ability to withstand short circuit.....	9
3.1 General.....	9
3.2 Overcurrent conditions	11
4 Demonstration of ability to withstand short circuit.....	17
4.1 Thermal ability to withstand short circuit.....	17
4.2 Ability to withstand the dynamic effects of short circuit	23
Annex A (informative) Theoretical evaluation of the ability to withstand the dynamic effects of short circuit	41
Annex B (informative) Definition of similar transformer.....	71
Figure 1 – Star/delta connected transformer	29
Figure 2 – Star/star auto-transformer	31
Table 1 – Recognized minimum values of short-circuit impedance for transformers with two separate windings	13
Table 2 – Short-circuit apparent power of the system.....	13
Table 3 – Maximum permissible values of the average temperature of each winding after short circuit.....	21
Table 4 – Values for factor $k \times \sqrt{2}$	25
Table A.1 – Comparison of forces and stresses in core-type transformers	61
Table A.2 – Comparison of forces and stresses in shell-type transformers	65
Table A.3 — Values for factor K_3	69
Table A.4 — Values for factor K_4	69

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –**Partie 5: Tenue au court-circuit****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme tels par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est indispensable pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60076-5 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition publiée en 2000. Cette troisième édition constitue une révision technique.

Cette édition comprend les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente de la norme:

- a) introduction de l'Annexe A (informative) – «Evaluation théorique de la capacité de résister aux effets dynamiques de court-circuit», au lieu de l'Annexe B (normative) précédente – «Méthode de calcul pour la démonstration de la tenue au court-circuit » (à blanc);
- b) introduction de l'Annexe B (informative) – «Définition de transformateur similaire», au lieu de l'Annexe A (informative) précédente – «Guide pour l'identification d'un transformateur similaire».

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –**Part 5: Ability to withstand short circuit****FOREWORD**

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). 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. 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 IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60076-5 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2000. This third edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) introduction of Annex A (informative) – “Theoretical evaluation of the ability to withstand the dynamic effects of short circuit”, in place of previous Annex B (normative) – “Calculation method for the demonstration of the ability to withstand short circuit” (blank);
- b) introduction of Annex B (informative) – “Definition of similar transformer”, in place of previous Annex A (informative) – “Guidance for the identification of a similar transformer”.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/518/FDIS	14/523/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La CEI 60076 comprend les parties suivantes présentées sous le titre général *Transformateurs de puissance*:

- Partie 1: Généralités
- Partie 2: Echauffement
- Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air
- Partie 4: Guide pour les essais au choc de foudre et au choc de manoeuvre – Transformateurs de puissance et bobines d'inductance
- Partie 5: Tenue au court-circuit
- Partie 6: Réacteurs¹
- Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile
- Partie 8: Guide d'application
- Partie 10: Détermination des niveaux de bruit
- Partie 10-1: Détermination des niveaux de bruit – Guide d'application
- Partie 11: Transformateurs de type sec
- Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de type sec¹
- Partie 13: Transformateurs auto-protégés remplis de liquide
- Partie 14: Conception et application des transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température
- Partie 15: Gas-filled-type power transformers (titre français non disponible)¹

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

¹ A l'étude.