

NORME INTERNATIONALE

CEI 60076-5

Deuxième édition
2000-07

Transformateurs de puissance –

Partie 5: Tenue au court-circuit

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 60076-5:2000

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/4cc2ab6a-72c0-40d3-8269-9c8921ab7f0f/iec-60076-5-2000>

*Cette version **française** découle de la publication d'origine **bilingue** dont les pages anglaises ont été supprimées. Les numéros de page manquants sont ceux des pages supprimées.*



Numéro de référence
CEI 60076-5:2000(F)

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

NORME INTERNATIONALE

CEI 60076-5

Deuxième édition
2000-07

Transformateurs de puissance –

Partie 5: Tenue au court-circuit

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 60076-5:2000

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/4cc2ab6a-72c0-40d3-8269-9c8921ab7f0f/iec-60076-5-2000>

© IEC 2000 Droits de reproduction réservés

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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, 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

S

Pour prix, voir catalogue en vigueur

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives	8
3 Prescriptions 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 mécanique au court-circuit	22
Annexe A (informative) Guide pour l'identification d'un transformateur similaire	40
Annexe B (normative) Méthode de calcul pour la démonstration de la tenue aux effets dynamiques du court-circuit	42
Figure 1 – Transformateur connecté étoile-triangle	28
Figure 2 – Autotransformateur étoile-étoile	30
Tableau 1 – Valeurs minimales caractéristiques d'impédances de court-circuit de 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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 5: Tenue au court-circuit

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 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 documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 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) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1976 et l'amendement 2 (1994). Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/346/FDIS	14/353/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A est donnée uniquement à titre d'information.

L'annexe B fait partie intégrante de cette norme.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2004. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

Withdrawing

iTech Standards
(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

[IEC 60076-5:2000](https://standards.iteh.ai/standards/iec/4cc2ab6a-72c0-40d3-8269-9c8921ab7f0f/iec-60076-5-2000)

<https://standards.iteh.ai/standards/iec/4cc2ab6a-72c0-40d3-8269-9c8921ab7f0f/iec-60076-5-2000>

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 5: Tenue au court-circuit

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60076 définit les prescriptions pour que les transformateurs de puissance supportent sans dommage les effets des surcharges occasionnées par des courts-circuits externes. Elle décrit les procédés de calcul utilisés pour démontrer l'aptitude thermique d'un transformateur de puissance à supporter de telles surcharges ainsi que l'essai spécial et la méthode de calcul utilisés pour démontrer son aptitude à résister aux effets mécaniques afférents. Les prescriptions s'appliquent aux transformateurs définis dans le domaine d'application de la CEI 60076-1.

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 60076. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60076 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

CEI 60076-8:1997, *Transformateurs de puissance – Partie 8: Guide d'application*

CEI 60726:1982, *Transformateurs de puissance de type sec*

3 Prescriptions relatives à la tenue au court-circuit

3.1 Généralités

Les transformateurs ainsi que tout l'équipement et les accessoires doivent être conçus et construits pour résister sans dommage aux effets thermiques et mécaniques des courts-circuits extérieurs dans les conditions spécifiées en 3.2.

Les courts-circuits extérieurs ne sont pas limités aux courts-circuits triphasés: ils comprennent les défauts entre phases, entre deux phases et la terre et entre phase et terre. Les courants dans les enroulements correspondant à ces conditions sont appelés dans cette partie de la CEI 60076 «surintensités».

3.2 Conditions de surintensités

3.2.1 Considérations générales

3.2.1.1 Conditions d'application requérant une attention spéciale

Les situations suivantes touchant une occurrence de grande surintensité, de durée ou répétition requièrent une attention spéciale et doivent être clairement indiquées dans les spécifications

- des transformateurs de régulation à très basse impédance, qui dépendent de l'impédance des appareils directement connectés pour limiter les surintensités;
- des transformateurs d'alternateur de centrale sensibles aux fortes surintensités produites par la connexion de l'alternateur au réseau hors synchronisme;
- des transformateurs directement connectés à des machines tournantes telles que moteurs ou compensateurs synchrones qui peuvent agir en tant que générateurs pour fournir du courant au transformateur dans des conditions de défaut de réseau;
- des transformateurs spéciaux et transformateurs installés dans des réseaux caractérisés par un fort taux de défaut; voir 3.2.6;
- des tensions d'utilisation supérieures à la tension assignée maintenue à la borne non défectueuse durant une condition de défaut.

3.2.1.2 Limitations en courant relatives aux transformateurs survolteurs

Quand la combinaison des impédances du transformateur survolteur et du système conduit à un niveau de courant de court-circuit tel que le transformateur ne peut pas, soit physiquement, soit économiquement, être conçu pour résister, le constructeur et l'acheteur doivent se mettre d'accord sur le maximum de surintensité admise. Dans ce cas, il convient que l'acheteur prenne des dispositions pour limiter le courant de court-circuit à la surintensité indiquée par le constructeur et indiquée sur la plaque signalétique.

3.2.2 Transformateurs à deux enroulements séparés

3.2.2.1 Pour les besoins de la présente norme, on distingue, pour les transformateurs triphasés ou les groupes triphasés, trois catégories selon la puissance nominale:

- catégorie I: jusqu'à 2 500 kVA;
- catégorie II: 2 501 kVA à 100 000 kVA;
- catégorie III: au-dessus de 100 000 kVA.

3.2.2.2 En l'absence d'autres spécifications, le courant de court-circuit symétrique (en valeur efficace, voir 4.1.2) doit être calculé en tenant compte de l'impédance de court-circuit du transformateur et de l'impédance du réseau.

Pour les transformateurs de la catégorie I, on doit négliger dans le calcul du courant de court-circuit, l'impédance du réseau si celle-ci est égale ou inférieure à 5 % de l'impédance de court-circuit du transformateur.

La valeur de crête du courant de court-circuit doit être calculée selon les indications de 4.2.3.

3.2.2.3 Le tableau 1 donne des valeurs minimales caractéristiques d'impédances de court-circuit de transformateurs, exprimées en tension de court-circuit à courant assigné (pour la prise principale). Si des valeurs plus faibles sont spécifiées, la tenue au court-circuit du transformateur doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

Tableau 1 – Valeurs minimales caractéristiques d'impédances de court-circuit de transformateurs à deux enroulements séparés

Impédance de court-circuit à courant assigné	
Puissance assignée kVA	Impédance de court-circuit minimale %
Jusqu'à 630	4,0
631 à 1 250	5,0
1 251 à 2 500	6,0
2 501 à 6 300	7,0
6 301 à 25 000	8,0
25 001 à 40 000	10,0
40 001 à 63 000	11,0
63 001 à 100 000	12,5
Au-dessus de 100 000	>12,5

NOTE 1 Pour les puissances nominales supérieures à 100 000 kVA, les valeurs font généralement l'objet d'un accord entre le constructeur et l'acheteur.

NOTE 2 Dans le cas d'éléments monophasés destinés à constituer un groupe triphasé, les valeurs de puissance nominale s'entendent comme étant celles du groupe triphasé.

3.2.2.4 Il convient que la puissance apparente de court-circuit du réseau à l'endroit où est installé le transformateur soit spécifiée par l'acheteur dans son appel d'offres pour permettre de trouver la valeur du courant de court-circuit symétrique à prendre en compte dans le calcul et dans les essais.

Si le niveau de la puissance de court-circuit n'est pas spécifié, on doit utiliser les valeurs données au tableau 2.

Tableau 2 – Puissance apparente de court-circuit du réseau

Tension la plus élevée du réseau, U_m kV	Puissance apparente de court-circuit MVA	
	Pratique européenne courante	Pratique nord-américaine courante
7,2; 12; 17,5 et 24	500	500
36	1 000	1 500
52 et 72,5	3 000	5 000
100 et 123	6 000	15 000
145 et 170	10 000	15 000
245	20 000	25 000
300	30 000	30 000
362	35 000	35 000
420	40 000	40 000
525	60 000	60 000
765	83 500	83 500

NOTE Si ce n'est pas spécifié, il convient de considérer une valeur entre 1 et 3 pour le rapport entre l'impédance homopolaire et l'impédance directe du réseau.

3.2.2.5 Pour les transformateurs à deux enroulements séparés, seul le court-circuit triphasé est normalement pris en compte car il est considéré comme couvrant de manière adéquate tous les autres types de défauts possibles (exception faite du cas spécial traité dans la note de 3.2.5).

NOTE Dans le cas de l'enroulement zigzag, le courant de défaut phase-terre peut atteindre des valeurs supérieures à celle d'un courant de court-circuit triphasé. Cependant, ces fortes valeurs sont limitées dans les deux phases concernées, à la moitié de la bobine et, de plus, les courants dans les autres enroulements montés en étoile sont inférieurs à ceux du courant de court-circuit triphasé. Les risques électrodynamiques de l'enroulement peuvent être soit en triphasé, soit en monophasé en fonction de la technologie des enroulements. Il est recommandé que le constructeur et l'acheteur se mettent d'accord sur le type de court-circuit à prendre en considération.

3.2.3 Transformateurs à plus de deux enroulements et autotransformateurs

Les surintensités dans les enroulements, y compris les enroulements de stabilisation et les enroulements auxiliaires, doivent être déterminées à partir des impédances du transformateur et de celles du ou des réseaux. Il doit être tenu compte des différentes sortes de défauts pouvant intervenir en service sur le réseau, par exemple des défauts phase-terre et des défauts entre phases, associés aux conditions de mise à la terre du réseau et du transformateur en question; voir CEI 60076-8. Les caractéristiques de chaque réseau (au moins le niveau de la puissance apparente de court-circuit et la gamme dans laquelle est compris le rapport entre l'impédance homopolaire et l'impédance directe) doivent être spécifiées par l'acheteur dans son appel d'offres.

Les enroulements de stabilisation couplés en triangle des transformateurs triphasés doivent pouvoir résister aux surintensités résultant des différentes possibilités de défauts de réseau qui peuvent survenir en service avec les conditions de mise à la terre concernées.

Dans le cas de transformateurs monophasés raccordés de manière à constituer un groupe triphasé, les enroulements de stabilisation doivent pouvoir supporter un court-circuit à leurs bornes, à moins que l'acheteur n'ait spécifié que des précautions spéciales seront prises pour éviter tout court-circuit entre phases.

NOTE Il peut ne pas être économique de dimensionner les enroulements auxiliaires pour résister à un court-circuit à leurs bornes. Dans un tel cas, il faut que le niveau des surintensités soit limité par des moyens appropriés tels que des bobines d'inductances série ou, dans certains cas, des fusibles. Il faut veiller à se prémunir contre les défauts dans la zone comprise entre le transformateur et l'appareillage de protection.

3.2.4 Transformateurs survolteurs

Les impédances des transformateurs survolteurs peuvent être très faibles et, par conséquent, les surintensités dans les enroulements sont déterminées principalement par les caractéristiques du réseau à l'endroit où est installé le transformateur. Ces caractéristiques doivent être spécifiées par l'acheteur dans son appel d'offres.

Si un transformateur survolteur est directement associé à un transformateur dans le but de l'amplification de tension et/ou la variation de phase, il doit être capable de résister aux surintensités résultant de l'impédance combinée des deux machines.

3.2.5 Transformateurs directement associés à d'autres appareils

Lorsqu'un transformateur est directement associé à d'autres appareils dont l'impédance limiterait le courant de court-circuit, on peut prendre en compte, après accord entre le constructeur et l'acheteur, la somme des impédances du transformateur, du réseau et des appareils directement associés.

Cela s'applique, par exemple, aux transformateurs de centrale si le raccordement entre l'alternateur et le transformateur est exécuté de telle sorte que la possibilité d'un défaut entre phases ou entre deux phases et la terre se produisant à cet endroit soit négligeable.

NOTE Si le raccordement alternateur-transformateur est fait de cette façon, les conditions de court-circuit les plus sévères peuvent apparaître dans le cas d'un transformateur de centrale à couplage étoile-triangle avec neutre à la terre, lorsqu'un défaut phase-terre se produit sur le réseau raccordé à l'enroulement connecté en étoile ou dans le cas d'une non-synchronisation des phases.