

NORME
INTERNATIONALE

CEI
60076-11

Première édition
2004-05

Transformateurs de puissance –
Partie 11:
Transformateurs de type sec

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

IEC 60076-11:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/60076-11:2004>

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 60076-11:2004(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 60076-11

Première édition
2004-05

Transformateurs de puissance – Partie 11: Transformateurs de type sec

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

IEC 60076-11:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/60076-11:2004>

© IEC 2004 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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	8
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions	14
4 Conditions de service	14
4.1 Généralités.....	14
4.2 Conditions normales de service.....	14
4.3 Compatibilité électromagnétique (CEM).....	16
4.4 Dispositions pour conditions de service exceptionnelles.....	16
4.5 Conditions de transport et de stockage.....	18
5 Prises.....	18
6 Connexions	18
7 Tenue au court-circuit.....	18
8 Caractéristiques	20
8.1 Généralités.....	20
8.2 Puissance assignée.....	20
8.3 Valeurs préférentielles de puissance assignée.....	20
8.4 Fonctionnement avec tension supérieure à la tension assignée.....	20
8.5 Fonctionnement avec refroidissement par ventilateur.....	20
8.6 Fonctionnement avec enveloppe.....	20
9 Plaque signalétique.....	22
9.1 Plaque signalétique fixée sur le transformateur.....	22
9.2 Plaque signalétique fixée sur l'enveloppe du transformateur.....	22
10 Désignation suivant le mode de refroidissement.....	22
10.1 Symboles de désignation.....	22
10.2 Disposition des symboles.....	24
11 Limites d'échauffement.....	24
11.1 Limites normales d'échauffement.....	24
11.2 Réduction des échauffements dans le cas de transformateurs prévus pour une température élevée de l'air de refroidissement ou pour des conditions spéciales de refroidissement par air.....	26
11.3 Correction d'échauffement prévue pour des altitudes élevées.....	26
12 Niveaux d'isolement;.....	26
12.1 Généralités.....	26
12.2 Transformateurs pour utilisation à des altitudes élevées.....	30
13 Classes climatiques, d'environnement et de comportement au feu.....	30
13.1 Classes climatiques.....	30
13.2 Classes d'environnement.....	30
13.3 Classe de comportement au feu.....	30
13.4 Critères d'essai pour les classes climatiques, d'environnement et de comportement au feu.....	32
14 Prescriptions générales pour les essais.....	32
15 Mesure de la résistance des enroulements (essai individuel).....	32

16	Mesure du rapport de tension et contrôle du déphasage (essai individuel).....	34
17	Mesure de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge (essai individuel).....	34
18	Mesure des pertes et du courant à vide (essai individuel).....	34
19	Essai de tenue par tension appliquée à fréquence industrielle (essai individuel).....	34
20	Essai de tenue par tension induite à fréquence industrielle (essai individuel)	34
21	Essai au choc de foudre (essai de type)	36
22	Mesure des décharges partielles (essai de routine et spécial)	36
22.1	Généralités.....	36
22.2	Circuit de mesure de base (seulement typique)	36
22.3	Etalonnage du circuit de mesure	36
22.4	Application de la tension	38
22.5	Niveaux d'acceptation des décharges partielles	40
23	Essai d'échauffement (essai de type)	42
23.1	Généralités.....	42
23.2	Méthode de mise en charge	42
23.3	Correction d'échauffement des enroulements en cas de courant réduit	48
23.4	Détermination des conditions d'équilibre thermique.....	48
24	Mesure du niveau de bruit (essai spécial).....	48
25	Essai de tenue au court-circuit (essai spécial).....	50
26	Essai d'environnement (essai spécial).....	50
26.1	Généralités.....	50
26.2	Validité de l'essai.....	50
26.3	Procédures d'essai.....	50
27	Essai climatique (essai spécial).....	52
27.1	Essai de choc thermique (essai spécial).....	52
27.2	Validité de l'essai.....	52
27.3	Essai de choc thermique pour transformateurs de classe C1	54
27.4	Essai de choc thermique pour transformateurs de classe C2.....	56
28	Essai de comportement au feu (essai spécial).....	56
28.1	Généralités.....	56
28.2	Contrôle de l'émission de gaz corrosifs et nocifs	56
28.3	Essai de comportement au feu pour transformateurs de classe F1	58
28.4	Quantités à mesurer et dispositifs de mesure	62
28.5	Etalonnage de la salle d'essai sans matériel en essai	62
28.6	Méthodes d'essai	62
28.7	Rapport d'essai	64
28.8	Critères pour l'évaluation des résultats d'essai.....	64
29	Tolérances	66
30	Protection contre le contact direct	66
31	Degrés de protection procurés par les enveloppes	66
32	Bornes de mise à la terre	66
33	Information demandée à l'appel d'offre et à la commande	66
Annexe A (informative) Installation et sécurité des transformateurs secs.....		72

Figure 1 – Circuit de mesure de base pour l’essai des décharges partielles pour un transformateur monophasé 38

Figure 2 – Circuit de mesure de base pour l’essai des décharges partielles pour un transformateur triphasé 38

Figure 3 – Application de la tension pour l’essai de décharges partielles de routine..... 40

Figure 4 – Application de la tension pour l’essai de décharges partielles spécial 40

Figure 5 – Exemple de méthode de récupération – monophasé 46

Figure 6 – Exemple de méthode de récupération – triphasé..... 46

Figure 7 – Salle d’essai 68

Figure 8 – Détails de la salle d’essai..... 70

Tableau 1 – Symboles littéraux 24

Tableau 2 – Limites d’échauffement d’enroulement..... 26

Tableau 3 – Niveaux d’isolement basés sur une pratique européenne..... 28

Tableau 4 – Niveaux d’isolement basés sur une pratique américaine..... 28

Tableau 5 – Séquence des essais..... 32

Tableau 6 – Dimensions de la salle d’essai (voir Figures 7 et 8)..... 60



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

IEC 60076-11:2004

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/b881d187-7be6-4351-b8bd-d08ec2c062ec/iec-60076-11-2004>

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 11: Transformateurs de type sec

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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 de la CEI 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 telles 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. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 obligatoire 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 60076-11 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Cette norme annule et remplace la CEI 60726 (1982) et son amendement 1 (1986).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/476/FDIS	14/484/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 2.

La CEI 60076 se compose des parties suivantes, 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 manœuvre – Transformateurs de puissance et bobines d'inductance
- Partie 5: Tenue au court-circuit
- Partie 6: Bobines d'inductance ¹
- Partie 7: Guide de charge pour transformateurs de puissance immergés dans l'huile ¹
- Partie 8: Guide d'application
- Partie 10: Détermination des niveaux de bruit (disponible en anglais seulement)
- Partie 10-1: Détermination des niveaux acoustiques de transformateur et de bobine d'inductance – Guide d'utilisateur ¹
- Partie 11: Transformateurs de type sec
- Partie 12: Guide de charge pour transformateurs de puissance du type sec ¹
- Partie 13: Self protected liquid filled transformers (titre disponible en anglais seulement) ¹
- Partie 14: Guide for the design and application of liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials (titre disponible en anglais seulement) ¹
- Partie 15: Gas-filled-type power transformers (titre disponible en anglais seulement) ¹

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2006. A cette date, la publication sera

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

¹ A l'étude.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 11: Transformateurs de type sec

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60076 s'applique aux transformateurs de type sec (y compris les autotransformateurs) ayant des valeurs de tension la plus élevée pour le matériel inférieures ou égales à 36 kV avec au moins un enroulement fonctionnant à plus de 1,1 kV. Cette norme s'applique à toutes les technologies de construction.

La présente norme ne s'applique pas aux:

- transformateurs de type sec avec un diélectrique gazeux autre que l'air;
- transformateurs monophasés de moins de 5 kVA;
- transformateurs polyphasés de moins de 15 kVA;
- transformateurs de mesure (voir la CEI 60044 et la CEI 60186);
- transformateurs de démarrage;
- transformateurs d'essai;
- transformateurs de traction montés sur équipement roulant;
- transformateurs antidéflagrant et de mines;
- transformateurs de soudure;
- transformateurs de réglage de tension;
- petits transformateurs de puissance pour lesquels la sécurité est spécialement à prendre en compte.

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.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050 (toutes les parties), *Vocabulaire électrotechnique international (VEI)*

CEI 60071 (toutes les parties), *Coordination de l'isolement*

CEI 60076-1:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*
Amendement 1 (1999)

CEI 60076-2, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60076-3, *Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air*

CEI 60076-5, *Transformateurs de puissance – Partie 5: Tenue au court-circuit*

CEI 60076-10, *Transformateurs de puissance – Partie 10: Détermination des niveaux de bruit* (disponible en anglais seulement)

CEI 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesure des décharges partielles*

CEI 60332-3-10, *Essais des câbles électriques soumis au feu – Partie 3-10: Essai de propagation verticale de la flamme des fils ou câbles en nappes en position verticale – Appareillages*

CEI 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

CEI 60905:1987, *Guide de charge pour transformateurs de puissance du type sec*

CEI 61330, *Postes préfabriquées haute tension/basse tension*

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente parties de la CEI 60076, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

transformateur de type sec

transformateur pour lequel le circuit magnétique et les enroulements ne sont pas immergés dans un liquide isolant

3.2

transformateur de type sec sous enveloppe entièrement hermétique

transformateur installé dans une enveloppe hermétique non pressurisée, refroidi par circulation intérieure de l'air

3.3

transformateur de type sec sous enveloppe non hermétique

transformateur installé dans une enveloppe ventilée, refroidi par circulation de l'air extérieur

3.4

transformateur de type sec sans enveloppe

transformateur sans habillage de protection refroidi par ventilation naturelle ou forcée

4 Conditions de service

4.1 Généralités

Les exigences de la CEI 60076-1 ne s'appliquent aux transformateurs de type sec que si elles font l'objet d'une référence dans cette norme.

4.2 Conditions normales de service

4.2.1 Généralités

Sauf spécification contraire, les conditions de service indiquées de 4.2.2 à 4.2.6 s'appliquent. Quand les transformateurs doivent fonctionner en dehors des conditions normales de service, un déclassement de puissance s'applique en accord avec 11.2 et/ou 11.3.

4.2.2 Altitude

Altitude n'excédant pas 1 000 m au-dessus du niveau de la mer.

4.2.3 Température de l'air de refroidissement

La température de l'air de refroidissement n'excède pas:

- 40 °C dans tous les cas;
- 30 °C en moyenne mensuelle du mois le plus chaud;
- 20 °C en moyenne annuelle.

et n'est pas inférieure à:

- 25 °C dans le cas des transformateurs de type extérieur;
- 5 °C dans le cas des transformateurs de type intérieur;

les moyennes mensuelles et annuelles étant définies en 3.12 de la CEI 60076-1.

4.2.4 Forme d'onde de la tension d'alimentation

La tension d'alimentation doit avoir une forme d'onde approximativement sinusoïdale.

NOTE Cette exigence n'est normalement pas critique dans des systèmes d'alimentation publics mais peut devoir être prise en considération pour des installations avec charge importante de convertisseur. Dans ce cas, il existe une règle conventionnelle stipulant que la déformation ne doit pas dépasser 5 % du total des harmoniques, ni 1 % de chaque harmonique, se reporter à la CEI 61000-2-4. Il faut noter également l'importance des courants harmoniques pour les pertes en charge et l'échauffement, se reporter à la CEI 61378-1.

4.2.5 Symétrie des tensions d'alimentation polyphasées

L'alimentation des transformateurs triphasés est faite par un système triphasé pratiquement symétrique.

4.2.6 Humidité

L'humidité relative de l'air ambiant environnant doit être inférieure à 93 %. Aucune goutte d'eau ne doit se trouver à la surface des bobines.

4.3 Compatibilité électromagnétique (CEM)

Les transformateurs doivent être considérés comme des éléments passifs par rapport à l'émission des perturbations électromagnétiques et l'immunité à ces perturbations.

4.4 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 de 4.2. Les exemples de telles conditions sont:

- température ambiante élevée ou basse en dehors des limites prévues en 4.2.3;
- ventilation insuffisante;
- altitude élevée en dehors des limites prévues en 4.2.2;
- fumées et vapeurs préjudiciables;
- vapeur;
- humidité en dehors des limites prescrites en 4.2.6;
- ruissellement d'eau;
- ambiance saline;

- poussières abrasives excessives;
- harmoniques de courant générées par la charge;
- distorsion de la forme d'onde de la tension d'alimentation;
- surtensions transitoires rapides en dehors des limites prévues en 12.1 et à l'Article 21;
- association de compensateur de puissance réactive et système d'enclenchement de condensateurs afin de limiter le courant d'enclenchement;
- courant continu superposé;
- contraintes sismiques qui nécessiteraient par ailleurs des considérations spéciales de conception;
- vibrations et chocs mécaniques importants;
- conditions de transport et de stockage non couvertes par les conditions normales citées en 4.5.

La spécification du transformateur pour des opérations dans de telles conditions anormales doit faire l'objet d'un accord entre le fournisseur et l'acheteur.

Les exigences supplémentaires dans les limites définies, pour la définition de la puissance et les essais des transformateurs dans des conditions de service autres que celles citées en 4.2, telles que température élevée de l'air de refroidissement ou altitude supérieure à 1 000 m, sont données en 11.2 et 11.3.

4.5 Conditions de transport et de stockage

Les transformateurs doivent être adaptés pour un transport et un stockage à des températures ambiantes pouvant atteindre -25°C .

Le fabricant doit être informé à l'avance des niveaux de chocs élevés, de vibration et d'inclinaison durant le transport sur site.

5 Prises

Les exigences indiquées dans l'Article 5 de la CEI 60076-1 s'appliquent. L'étendue préférentielle des plages de réglage est de:

- $\pm 5\%$ par palier de 2,5% (5 positions de prises);
- ou
- $\pm 5\%$ (3 positions de prises).

La sélection de prise doit être faite hors tension au moyen de connexions boulonnées ou d'un changeur de prise.

6 Connexions

Sauf spécifications contraires du client, les connexions au transformateur doivent être Dyn avec un indice horaire soit de 5 ou de 11 en accord avec l'Article 6 de la CEI 60076-1. La connexion du neutre doit être capable de faire transiter le courant total assigné des phases.

7 Tenue au court-circuit

Les transformateurs doivent satisfaire aux exigences de la CEI 60076-5. Si l'acheteur souhaite un essai pour prouver la tenue au court-circuit, ceci doit être spécifié dans le contrat.