

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Power transformers –
Part 15: Gas-filled power transformers**

**Transformateurs de puissance –
Partie 15: Transformateurs de puissance à isolation gazeuse**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

T

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Definitions	7
4 Service conditions	8
5 Tappings	8
6 Connections	8
7 Ability to withstand short circuit	8
8 Rating	8
8.1 General	8
8.2 Rated power	8
8.3 Loading cycle	9
8.4 Preferred values of rated power	9
8.5 Operation at higher than rated voltage and/or at disturbed frequency	9
8.6 Loading beyond nameplate rating	9
9 Rating plate	9
9.1 Information to be given in all cases	9
9.2 Additional information to be given when applicable	10
10 Identification according to cooling method	11
11 Temperature-rise limits.....	11
11.1 Classification and insulation system temperature	11
11.2 Normal temperature-rise limits.....	12
11.3 Reduced temperature-rises for transformers designed for high cooling air temperatures or special air cooling conditions	12
11.4 High altitude temperature-rise correction	13
11.5 Reduced temperature-rise for transformers designed for high cooling water temperatures	13
11.6 Temperature-rise during specified load cycle.....	13
12 Insulation levels	13
13 Requirements for gases and gas tightness	13
13.1 Requirements for gases	13
13.2 Gas tightness	14
14 General requirements for tests	14
15 Measurement of winding resistance (routine test)	14
16 Measurement of voltage ratio and check of phase displacement (routine test)	15
17 Measurement of short-circuit impedance and load loss (routine test)	15
18 Measurement of no-load loss and current (routine test)	15
19 Tests on on-load tap-changers (routine test)	15
20 Measurement of zero-sequence impedance(s) on three-phase transformers (special test)	15
21 Measurement of the harmonics of the no-load current (special test)	15
22 Separate-source AC withstand voltage test (routine test).....	15
23 Short-duration induced AC voltage test (ACSD) (routine or special test).....	15

24	Long-duration induced AC voltage test with partial discharge measurement (ACLD) (routine or special test).....	15
25	Lightning impulse test (LI) (routine or type test).....	16
26	Test with lightning impulse chopped on the tail (LIC) (special test).....	16
27	Switching impulse test (SI) (routine test for the transformers having highest voltage higher than 170 kV).....	16
28	Temperature-rise test (type test).....	16
28.1	General.....	16
28.2	Corrections.....	16
29	Measurement of sound level (special test).....	16
29.1	General.....	16
29.2	Prescribed contour.....	16
30	Short-circuit test (special test).....	17
31	Tightness tests (routine test).....	17
32	Pressure tests for tanks (routine test).....	18
33	Other special tests.....	18
34	Tolerances.....	18
35	Earthing terminal.....	18
36	Information required with enquiry and order.....	18
	Annex A (informative) Information required with enquiry and order.....	19
	Annex B (informative) Transient loading – Mathematical model.....	22
	Bibliography.....	24
	Figure B.1 – Temperature distribution model.....	22
	Table 1 – Classification and insulation system temperature.....	12
	Table 2 – Winding temperature-rise limits.....	12
	Table 3 – Maximum permissible values of the average temperature of each winding.....	17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –

Part 15: Gas-filled power transformers

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 60076-15 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
14/567/FDIS	14/571/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 60076 series, under the general title *Power transformers*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Currently in preview, click buy full vers.

POWER TRANSFORMERS –

Part 15: Gas-filled power transformers

1 Scope

This standard applies to gas-filled power transformers (including auto-transformers). The standard applies to all construction technologies.

This standard does not apply to

- single-phase transformers with rated power less than 1 kVA and three-phase transformers less than 5 kVA;
- dry-type transformers (see IEC 60076-11);
- instrument transformers (see IEC 60044);
- starting transformers;
- testing transformers;
- traction transformers mounted on rolling stock;
- welding transformers.

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.

NOTE This standard can be applicable to the gas parts of a transformer in which an insulating gas is used with an insulating liquid.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050, *International Electrotechnical Vocabulary*

IEC 60076-1:1993, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60076-2:1995, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*

IEC 60076-3:2000, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air*

IEC 60076-5, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit*

IEC 60076-10, *Power transformers – Part 10: Determination of sound levels*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal classification and designation*

IEC 60376, *Specification of technical grade sulfur hexafluoride SF₆ for use in electrical equipment*

IEC 60480, *Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF₆) taken from electrical equipment and specification for its re-use*

IEC 62271-1, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 1: Common specifications*

ISO 9001:2000, *Quality management systems – Requirements*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	28
1 Domaine d'application	30
2 Références normatives.....	30
3 Définitions.....	31
4 Conditions de service.....	32
5 Prises.....	32
6 Connexions.....	32
7 Tenue au court-circuit.....	32
8 Caractéristiques assignées.....	32
8.1 Généralités.....	32
8.2 Puissance assignée.....	32
8.3 Cycle de charge	33
8.4 Valeurs préférentielles de la puissance assignée	33
8.5 Fonctionnement à une tension supérieure à la tension assignée et/ou à fréquence perturbée.....	33
8.6 Charge au-delà des caractéristiques de la plaque signalétique.....	33
9 Plaque signalétique.....	33
9.1 Renseignements à fournir dans tous les cas.....	33
9.2 Informations supplémentaires à donner le cas échéant	34
10 Désignation suivant le mode de refroidissement.....	35
11 Limites d'échauffement.....	36
11.1 Classification et température du système d'isolation.....	36
11.2 Limites normales d'échauffement.....	36
11.3 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.....	37
11.4 Correction d'échauffement prévue pour des altitudes élevées	37
11.5 Réduction des échauffements dans le cas de transformateurs prévus pour une température élevée de l'eau de refroidissement.....	37
11.6 Echauffement au cours d'un cycle de charge spécifié.....	37
12 Niveaux d'isolation.....	38
13 Exigences relatives aux gaz et à l'étanchéité aux gaz	38
13.1 Exigences relatives aux gaz.....	38
13.2 Etanchéité au gaz	38
14 Exigences générales relatives aux essais.....	39
15 Mesure de la résistance des enroulements (essai individuel).....	39
16 Mesure du rapport de tension et contrôle du déphasage (essai individuel).....	39
17 Mesure de l'impédance de court-circuit et des pertes dues à la charge (essai individuel).....	39
18 Mesures des pertes et du courant à vide (essai individuel).....	40
19 Essais sur les changeurs de prises en charge (essai individuel).....	40
20 Mesures d'impédance(s) homopolaire(s) sur des transformateurs triphasés (essai spécial).....	40
21 Mesure des harmoniques du courant à vide (essai spécial).....	40

22	Essai par tension appliquée à fréquence industrielle par source séparée (essai individuel).....	40
23	Essai de tenue par tension induite en fréquence industrielle de courte durée (FI CD) (essai individuel ou spécial)	40
24	Essai de tenue par tension induite en fréquence industrielle de longue durée avec mesure des décharges partielles (FI LD) (essai individuel ou spécial)	40
25	Essai au choc de foudre (CF) (essai individuel ou essai de type).....	40
26	Essai au choc de foudre coupé sur la queue (CFC) (essai spécial).....	40
27	Essai au choc de manœuvre (CM) (essai individuel pour les transformateurs ayant une tension maximale supérieure à 170 kV)	41
28	Essai d'échauffement (essai de type)	41
	28.1 Généralités.....	41
	28.2 Corrections.....	41
29	Mesure du niveau de bruit (essai spécial).....	41
	29.1 Généralités.....	41
	29.2 Contour prescrit	41
30	Essai de court-circuit (essai spécial)	42
31	Essais d'étanchéité (essai individuel)	42
32	Essais de pression des cuves (essai individuel)	43
33	Autres essais spéciaux.....	43
34	Tolérances	43
35	Borne de terre	43
36	Renseignements à fournir à l'appel d'offres et à la commande.....	43
	Annexe A (informative) Renseignements à fournir à l'appel d'offres et à la commande	44
	Annexe B (informative) Charge transitoire - Modèle mathématique	47
	Bibliographie.....	49
	Figure B.1 – Modèle de distribution de température	47
	Tableau 1 – Classification et température du système d'isolation.....	36
	Tableau 2 – Limites d'échauffement des enroulements	37
	Tableau 3 – Valeurs maximales admissibles de la température moyenne de chaque enroulement.....	42

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 15: Transformateurs de puissance à isolation gazeuse

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 du 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 60076-15 a été établie par le comité d'études 14 de la CEI: Transformateurs de puissance.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/567/FDIS	14/571/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60076, présentée sous le titre général *Transformateurs de puissance*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 15: Transformateurs de puissance à isolation gazeuse

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux transformateurs à isolation gazeuse (y compris les autotransformateurs). Cette norme s'applique à toutes les technologies de construction.

La présente norme ne s'applique pas

- aux transformateurs monophasés de puissance assignée inférieure à 1 kVA et aux transformateurs triphasés de puissance assignée inférieure à 5 kVA;
- aux transformateurs de type sec (voir CEI 60076-11);
- aux transformateurs de mesure (voir CEI 60044);
- aux transformateurs de démarrage;
- aux transformateurs d'essais;
- aux transformateurs de traction montés sur équipement roulant;
- aux transformateurs de soudure.

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 totalité ou en partie.

NOTE La présente norme peut être appliquée aux parties contenant du gaz d'un transformateur dans lequel un isolant gazeux est utilisé avec un liquide isolant.

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, *Vocabulaire Electrotechnique International*

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

CEI 60076-2:1993, *Transformateurs de puissance – Partie 2: Echauffement*

CEI 60076-3:2000, *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*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60376, *Spécifications de la qualité technique de l'hexafluorure de soufre (SF₆) pour utilisation dans les appareils électriques*

CEI 60480, *Lignes directrices relatives au contrôle et au traitement de l'hexafluorure de soufre (SF₆) prélevé sur le matériel électrique et spécification en vue de sa réutilisation*

CEI 62271-1, *Appareillage à haute tension – Partie 1: Spécifications communes*

ISO 9001:2000, *Systèmes de management de la qualité – Exigences* (disponible en anglais seulement)