

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Power transformers –

Part 14: Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials

Transformateurs de puissance –

Partie 14: Transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XA**
CODE PRIX

ICS 29.180

ISBN 978-2-8322-1096-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Insulation systems.....	11
4.1 General.....	11
4.2 Winding insulation types	12
4.2.1 General	12
4.2.2 Summary of winding/system insulation types	13
4.2.3 Hybrid winding types	13
4.2.4 High-temperature insulation winding	16
5 Temperature rise limits	17
5.1 General.....	17
5.2 Thermally upgraded paper (TUP)	19
5.3 Cellulose used in ester liquid	19
6 Components and materials	19
6.1 General.....	19
6.2 Leads and cables.....	19
7 Special design considerations	20
7.1 Short-circuit considerations.....	20
7.2 Dielectric requirements	20
7.3 Temperature requirements	20
7.4 Overload.....	22
8 Required information	23
8.1 Information to be provided by the purchaser	23
8.1.1 Ambient temperatures and loading cycle.....	23
8.1.2 Other unusual service conditions	23
8.2 Information to be provided by the manufacturer	23
8.2.1 Thermal characteristics.....	23
8.2.2 Guarantees.....	23
9 Rating plate and additional information.....	23
9.1 Rating plate	23
9.2 Transformer manual.....	24
10 Test requirements.....	24
10.1 Routine, type and special tests	24
10.2 Dissolved gas analysis.....	24
10.3 OD cooled compact transformers	24
10.4 Evaluation of temperature-rise tests for windings with multiple hot-spots	24
10.5 Dielectric type tests	26
11 Supervision, diagnostics, and maintenance	27
11.1 General.....	27
11.2 Transformers filled with mineral insulating oil.....	27
11.3 Transformers filled with high-temperature insulating liquids	27
Annex A (informative) Insulation materials	28

Annex B (informative) Rapid temperature increase and bubble generation	35
Annex C (informative) Ester liquid and cellulose	38
Annex D (normative) Insulation system coding	52
Bibliography.....	55
Figure 1 – Example of semi-hybrid insulation windings	14
Figure 2 – Example of a mixed hybrid insulation winding	15
Figure 3 – Example of full hybrid insulation windings	16
Figure 4 – Example of high-temperature insulation system	17
Figure 5 – Temperature gradient conductor to liquid	21
Figure 6 – Modified temperature diagram for windings with mixed hybrid insulation system	26
Figure A.1 – Example of a thermal endurance graph.....	29
Figure B.1 – Bubble evolution temperature chart.....	36
Figure C.1 – Tensile strength ageing results of TUP in mineral oil and natural ester liquid.....	39
Figure C.2 – Composite tensile strength ageing results of TUP in mineral oil and natural ester liquid	40
Figure C.3 – DP ageing results of TUP in mineral oil and natural ester liquid	41
Figure C.4 – Composite DP ageing results of TUP in mineral oil and natural ester liquid.....	42
Figure C.5 – Tensile strength ageing results of kraft paper in mineral oil and natural ester liquid.....	42
Figure C.6 – Composite tensile strength ageing results of kraft paper in mineral oil and natural ester liquid	43
Figure C.7 – DP ageing results of kraft paper in mineral oil and natural ester liquid	43
Figure C.8 – Composite DP ageing results of kraft paper in mineral oil and natural ester liquid.....	44
Figure C.9 – Infrared spectra of kraft paper aged in liquid at 110 °C for 175 days	46
Figure C.10 – Unit life versus temperature of TUP ageing data (least squares fit).....	48
Figure C.11 – Unit life versus temperature of kraft paper ageing data (least squares fit)	48
Table 1 – Preferred insulation system thermal classes	12
Table 2 – Winding/system insulation comparison	13
Table 3 – Maximum continuous temperature rise limits for transformers with hybrid insulation systems	18
Table 4 – Maximum continuous temperature rise limits for transformers with high-temperature insulation systems.....	19
Table 5 – Suggested maximum overload temperature limits for transformers with hybrid insulation systems.....	22
Table 6 – Suggested maximum overload temperature limits for transformers with high-temperature insulation systems.....	22
Table A.1 – Typical properties of solid insulation materials	32
Table A.2 – Typical enamels for wire insulation	33
Table A.3 – Typical performance characteristics of unused insulating liquids	34
Table C.1 – Effect of moisture solubility limits on cellulose moisture reduction.....	46
Table C.2 – Comparison of ageing results.....	47

Table C.3 – Maximum temperature rise for ester liquid/cellulose insulation systems49

Table C.4 – Suggested maximum overload temperature limits for ester liquid/cellulose
insulation systems 49

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

POWER TRANSFORMERS –**Part 14: Liquid-immersed power transformers
using high-temperature insulation materials**

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 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 60076-14 has been prepared by IEC technical committee 14: Power transformers.

This first edition of IEC 60076-14 is an International Standard which cancels and replaces the second edition of the Technical Specification IEC/TS 60076-14 published in 2009. It constitutes a technical revision.

This International Standard includes the following significant technical changes with respect to the Technical Specification:

- a) the hot-spot relationship to thermal class is now defined;
- b) a new 140 thermal class is defined;
- c) the number of insulation systems is reduced to only three: conventional, hybrid and high-temperature;

- d) homogeneous high-temperature insulation system has been changed to just high-temperature insulation system;
- e) winding definitions were introduced to define variations in the hybrid insulation system;
- f) the system example drawings have been revised for clarity;
- g) all suggested limits corresponding to Part 7 loading guide have been defined in a similar format;
- h) moisture equilibrium curves for high-temperature materials have been added to the moisture and bubble generation annex;
- i) an annex has been added to introduce the concept of thermal enhancement of cellulose by ester;
- j) some guide information, such as overload temperature limit suggestions was retained, but most of the other informative text was moved into informative annexes.

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

FDIS	Report on voting
14/755/FDIS	14/759/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 parts of the IEC 60076 series can be found, under the general title *Power transformers*, on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

This part of IEC 60076 standardizes liquid-immersed transformers that use high-temperature insulation. As a system, the solid insulation may encompass a broad range of materials with varying degrees of thermal capability. The insulating and cooling liquids also vary substantially, ranging from mineral oil to a number of liquids that also have a range of thermal capability.

This international standard is not intended to stand alone, but rather builds on the information and guidelines documented in other parts of the IEC 60076 series. Accordingly, this document follows two guiding principles. The first principle is that liquid-immersed transformers are well known and are well defined in other parts of this series and therefore, the details of these transformers are not repeated in this international standard, except where reference has value, or where repetition is considered appropriate for purposes of emphasis or comparison.

The second principle is that the materials used in normal liquid-immersed transformers, typically kraft paper, pressboard, wood, mineral oil, paint and varnish, which operate within temperature limits given in IEC 60076-2, are well known and are considered normal or conventional. All other insulation materials, either solid or liquid that have a thermal capability higher than the materials used in this well-known system of insulation materials are considered high-temperature. Consequently, this standard or normal insulation system is defined as the “conventional” insulation system for comparison purposes and these normal thermal limits are presented for reference to illustrate the differences between other higher-temperature systems.

This international standard addresses loading, overloading, testing and accessories in the same manner. Only selected information for the “conventional” transformers is included for comparison purposes or for emphasis. All other references are directed to the appropriate IEC document.

POWER TRANSFORMERS –

Part 14: Liquid-immersed power transformers using high-temperature insulation materials

1 Scope

This part of IEC 60076 applies to liquid-immersed power transformers employing either high-temperature insulation or combinations of high-temperature and conventional insulation, operating at temperatures above conventional limits.

It is applicable to:

- power transformers in accordance with IEC 60076-1;
- convertor transformers according to IEC 61378 series;
- transformers for wind turbine applications in accordance with IEC 60076-16;
- arc furnace transformers;
- reactors in accordance with IEC 60076-6.

This part of IEC 60076 may be applicable as a reference for the use of high-temperature insulation materials in other types of transformers and reactors.

2 Normative references

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

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

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

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

IEC 60076-7, *Power transformers – Part 7: Loading guide for oil-immersed power transformers*

IEC 60076-16, *Power transformers – Part 16: Transformers for wind turbine applications*

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

IEC 60137, *Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 60214-1, *Tap-changers – Part 1: Performance requirements and test methods*

IEC 60296, *Fluids for electrotechnical applications – Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear*

IEC 60836, *Specifications for unused silicone insulating liquids for electrotechnical purposes*

IEC 61099, *Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

IEC 61378-1, *Convertor transformers – Part 1: Transformers for industrial applications*

IEC 61378-2, *Convertor transformers – Part 2: Transformers for HVDC applications*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	61
INTRODUCTION.....	63
1 Domaine d'application	64
2 Références normatives.....	64
3 Termes et définitions	65
4 Systèmes d'isolation.....	68
4.1 Généralités.....	68
4.2 Types d'isolation des enroulements.....	69
4.2.1 Généralités.....	69
4.2.2 Récapitulatif des types d'isolation d'enroulement/de système	69
4.2.3 Types d'enroulements hybrides	70
4.2.4 Enroulement à isolation haute température.....	74
5 Limites d'échauffement.....	75
5.1 Généralités.....	75
5.2 Papier thermiquement amélioré (TUP).....	76
5.3 Cellulose utilisée dans l'ester liquide	77
6 Composants et matériaux.....	77
6.1 Généralités.....	77
6.2 Fils et câbles.....	77
7 Considérations particulières de conception.....	78
7.1 Considérations de court-circuit	78
7.2 Exigences diélectriques	78
7.3 Exigences de température	78
7.4 Surcharge	79
8 Informations exigées	81
8.1 Informations à fournir par l'acheteur	81
8.1.1 Températures ambiantes et cycle de charge.....	81
8.1.2 Autres conditions de service inhabituelles	81
8.2 Informations à fournir par le fabricant.....	81
8.2.1 Caractéristiques thermiques	81
8.2.2 Garanties	81
9 Plaque signalétique et informations supplémentaires.....	81
9.1 Plaque signalétique.....	81
9.2 Manuel du transformateur.....	82
10 Exigences d'essai.....	82
10.1 Essais individuels, essais de type et essais spéciaux	82
10.2 Analyse des gaz dissous	82
10.3 Transformateurs compacts à refroidissement OD	82
10.4 Evaluation des essais d'échauffement pour les enroulements à points chauds multiples	83
10.5 Essais de type diélectriques	84
11 Surveillance, diagnostic et maintenance	85
11.1 Généralités.....	85
11.2 Transformateurs remplis d'huile minérale isolante	85
11.3 Transformateurs remplis de liquide isolant haute température	85
Annexe A (informative) Matériaux isolants	86

Annexe B (informative) Augmentation rapide de la température et formation de bulles	94
Annexe C (informative) Ester liquide et cellulose	97
Annexe D (normative) Codage des systèmes d'isolation	114
Bibliographie.....	117
Figure 1 – Exemple d'enroulements à isolation semi-hybride	71
Figure 2 – Exemple d'enroulements à isolation mixte	72
Figure 3 – Exemple d'enroulements à isolation hybride complète	73
Figure 4 – Exemple de système d'isolation haute température	74
Figure 5 – Conducteur de gradient thermique au liquide	79
Figure 6 – Schéma de température modifié pour les enroulements avec système d'isolation mixte	84
Figure A.1 – Exemple de graphique d'endurance thermique	88
Figure B.1 – Diagramme de température d'évolution des bulles	95
Figure C.1 – Résultats de vieillissement de la résistance à la traction pour le TUP dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	99
Figure C.2 – Résultats composites de vieillissement de la résistance à la traction pour le TUP dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	100
Figure C.3 – Résultats de vieillissement du degré de polymérisation pour le papier thermiquement amélioré dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	101
Figure C.4 – Résultats composites de vieillissement du degré de polymérisation pour le TUP dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	102
Figure C.5 – Résultats de vieillissement de la résistance à la traction pour le papier kraft dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	103
Figure C.6 – Résultats composites de vieillissement de la résistance à la traction pour le papier kraft dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	104
Figure C.7 – Résultats de vieillissement du degré de polymérisation pour le papier kraft dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	104
Figure C.8 – Résultats composites de vieillissement du degré de polymérisation pour le papier kraft dans l'huile minérale et l'ester naturel liquide	105
Figure C.9 – Spectres infrarouges du papier kraft vieilli dans un liquide à 110 °C pendant 175 jours	108
Figure C.10 – Représentation de la durée de vie unitaire/température des données de vieillissement du TUP (ajustement par les moindres carrés)	109
Figure C.11 – Représentation de la durée de vie unitaire/température des données de vieillissement du papier kraft (ajustement par les moindres carrés).....	110
Tableau 1 – Classes thermiques préférentielles pour les systèmes d'isolation	68
Tableau 2 – Comparaison des types d'isolation d'enroulement/de système	70
Tableau 3 – Limites maximales d'échauffement continu pour les transformateurs avec systèmes d'isolation hybride	76
Tableau 4 – Limites maximales d'échauffement continu pour les transformateurs avec systèmes d'isolation haute température	76
Tableau 5 – Limites maximales de température de surcharge suggérées pour les transformateurs avec systèmes d'isolation hybride.....	80
Tableau 6 – Limites maximales de température de surcharge suggérées pour les transformateurs avec systèmes d'isolation haute température.....	80
Tableau A.1 – Propriétés typiques des matériaux d'isolation solides	91

Tableau A.2 – Emaux typiques pour isolation de fil	92
Tableau A.3 – Caractéristiques de performance typiques des liquides isolants neufs	93
Tableau C.1 – Effet des limites de solubilité de l'humidité sur la diminution de l'humidité dans la cellulose	107
Tableau C.2 – Comparaison des résultats de vieillissement	109
Tableau C.3 – Echauffement maximal pour les systèmes d'isolation à base d'ester liquide et de cellulose	110
Tableau C.4 – Limites maximales de température de surcharge suggérées pour les systèmes d'isolation à base d'ester liquide et de cellulose	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 14: Transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Il convient que tous les utilisateurs s'assurent 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Cette première édition de la CEI 60076-14 est une Norme internationale qui annule et remplace la deuxième édition de la Spécification technique CEI/TS 60076-14 publiée en 2009. Elle constitue une révision technique.

La présente Norme internationale inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à cette Spécification technique:

- a) la relation point chaud/classe thermique est maintenant définie;
- b) une nouvelle classe thermique 140 est définie;

- c) le nombre de systèmes d'isolation est réduit à trois types (conventionnels, hybrides et haute température);
- d) le système d'isolation haute température homogène a été remplacé par un simple système d'isolation haute température;
- e) des définitions d'enroulement ont été introduites pour définir les écarts dans le système d'isolation hybride;
- f) les schémas d'exemples de systèmes ont été revus à des fins de clarté;
- g) toutes les limites suggérées correspondant au guide de charge de la Partie 7 ont été définies dans un format similaire;
- h) des courbes d'équilibre d'humidité pour les matériaux haute température ont été ajoutées à l'annexe relative à la formation d'humidité et de bulles (bullage);
- i) une annexe a été ajoutée pour introduire le concept d'amélioration thermique de la cellulose à l'aide de l'ester;
- j) certaines informations indicatives (telles que les suggestions de limites de température de surcharge) ont été reprises, mais la plupart des autres textes informatifs ont été déplacés dans les annexes informatives.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
14/755/FDIS	14/759/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, sous le titre général *Transformateurs de puissance*, est disponible 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 stabilité 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.

INTRODUCTION

La présente partie de la CEI 60076 définit le processus de normalisation concernant les transformateurs immergés dans du liquide qui utilisent un isolant haute température. En tant que système, l'isolant solide peut englober une variété de matériaux caractérisés par différents degrés de capacité thermique. Les liquides d'isolation et de refroidissement varient également de manière importante, allant de l'huile minérale à une diversité de liquides, eux-mêmes caractérisés par une vaste plage de capacités thermiques.

La présente Norme internationale n'est pas destinée à être indépendante, mais se base plutôt sur les informations et lignes directrices documentées dans les autres parties de la série CEI 60076. En conséquence, le présent document suit deux principes essentiels. Le premier principe est que les transformateurs immergés dans du liquide sont bien connus et bien définis dans les autres parties de cette série et que les détails relatifs à ces transformateurs ne sont donc pas repris dans la présente Norme internationale, sauf s'il est fait référence à une valeur ou que la répétition est jugée appropriée à des fins de comparaison ou d'accentuation.

Le second principe est que les matériaux utilisés dans les transformateurs immergés dans un liquide normaux (généralement le papier kraft, le carton comprimé, le bois, l'huile minérale, la peinture et le vernis), fonctionnant dans les limites de température définies dans la CEI 60076-2, sont bien connus et considérés comme normaux ou conventionnels. Tous les autres matériaux isolants (solides ou liquides), qui ont une capacité thermique supérieure à celle des matériaux utilisés dans ce système d'isolation bien connu, sont considérés à haute température. Par conséquent, ce système d'isolation « normalisé » ou « normal » est défini comme étant le système d'isolation « conventionnel » pour des besoins de comparaison et ces limites thermiques normales sont présentées à titre de référence pour illustrer les différences entre les autres systèmes à température plus élevée.

La présente Norme internationale traite de la charge, de la surcharge, des essais et des accessoires de la même manière. Seule l'information sélectionnée pour les transformateurs « conventionnels » est incluse à des fins de comparaison ou d'accentuation. Toutes les autres références sont dirigées vers le document CEI approprié.

TRANSFORMATEURS DE PUISSANCE –

Partie 14: Transformateurs de puissance immergés dans du liquide utilisant des matériaux isolants haute température

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60076 s'applique aux transformateurs immergés dans un liquide qui utilisent soit des isolants haute température soit des combinaisons d'isolants conventionnels et haute température, fonctionnant à des températures au-dessus des limites conventionnelles.

Elle s'applique aux:

- transformateurs de puissance conformes à la norme CEI 60076-1;
- transformateurs de convertisseur conformes à la série CEI 61378;
- transformateurs pour applications éoliennes conformes à la norme CEI 60076-16;
- transformateurs de four à arc;
- bobines d'inductance conformes à la norme CEI 60076-6.

La présente partie de la norme CEI 60076 peut s'appliquer comme référence pour l'utilisation de matériaux isolants haute température dans d'autres types de transformateurs et bobines d'inductance.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 60076-1, *Transformateurs de puissance – Partie 1: Généralités*

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

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

CEI 60076-7, *Transformateurs de puissance – Partie 7: Guide de charge pour transformateurs immergés dans l'huile*

CEI 60076-16, *Transformateurs de puissance – Partie 16: Transformateurs pour applications éoliennes*

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

CEI 60137, *Traversées isolées pour tensions alternatives supérieures à 1 000 V*

CEI 60214-1, *Changeurs de prises – Partie 1: Prescriptions de performances et méthodes d'essai*

CEI 60296, *Fluides pour applications électrotechniques – Huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillages de connexion*

CEI 60836, *Spécifications pour liquides isolants silicones neufs pour usages électrotechniques*

CEI 61099, *Spécifications relatives aux esters organiques de synthèse neufs destinés aux matériels électriques*

CEI 61378-1, *Transformateurs de conversion – Partie 1: Transformateurs pour applications industrielles*

CEI 61378-2, *Transformateurs de conversion – Partie 2: Transformateurs pour applications CCHT*