

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60567**

Troisième édition  
Third edition  
2005-06

---

---

**Matériels électriques immergés –  
Echantillonnage de gaz et d'huile  
pour analyse des gaz libres et dissous –  
Lignes directrices**

**Oil-filled electrical equipment –  
Sampling of gases and of oil for analysis  
of free and dissolved gases – Guidance**

© IEC 2005 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de 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](mailto:inmail@iec.ch) Web: [www.iec.ch](http://www.iec.ch)



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XB**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
INTRODUCTION.....	10
1 Domaine d'application .....	14
2 Références normatives.....	14
3 Echantillonnage des gaz aux relais de protection (Buchholz).....	16
3.1 Remarques générales .....	16
3.2 Echantillonnage de gaz libres en seringue.....	16
3.3 Echantillonnage des gaz libres par déplacement d'huile .....	18
3.4 Echantillonnage sous vide des gaz libres .....	20
4 Echantillonnage de l'huile dans les matériels immergés dans l'huile.....	20
4.1 Remarques générales .....	20
4.2 Echantillonnage de l'huile en seringue .....	22
4.3 Echantillonnage de l'huile en ampoule de prélèvement.....	24
4.4 Echantillonnage de l'huile en bouteille.....	26
4.5 Elimination de l'huile usagée .....	28
5 Identification des échantillons.....	28
6 Préparation d'étalons de gaz dissous dans l'huile.....	30
6.1 Première méthode: préparation d'un grand volume d'étalon de gaz dissous dans l'huile.....	30
6.2 Deuxième méthode: préparation d'étalon de gaz dissous dans l'huile dans une seringue ou un flacon .....	34
7 Extraction des gaz de l'huile.....	36
7.1 Remarques générales .....	36
7.2 Dispositif d'extraction sous vide, par cycles successifs, utilisant une pompe de Toepler.....	38
7.3 Extraction sous vide par la méthode de dégazage partiel .....	42
7.4 Méthode d'extraction des gaz par entraînement .....	46
7.5 Méthode d'espace de tête .....	48
8 Analyse des gaz par chromatographie gaz-solide .....	68
8.1 Remarques générales .....	68
8.2 Description de modes opératoires satisfaisants à l'aide du Tableau 3 .....	70
8.3 Appareillage .....	70
8.4 Préparation de l'appareil .....	74
8.5 Analyse .....	76
8.6 Etalonnage du chromatographe .....	76
8.7 Calculs.....	78
9 Contrôle de la qualité .....	78
9.1 Vérification du système d'analyse.....	78
9.2 Limites de détection et quantification.....	80
9.3 Répétabilité, reproductibilité et exactitude .....	82
10 Rapport des résultats .....	86

## CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	15
2 Normative references .....	15
3 Sampling of gases from gas-collecting (Buchholz) relays.....	17
3.1 General remarks.....	17
3.2 Sampling of free gases by syringe.....	17
3.3 Sampling of free gases by displacement of oil .....	19
3.4 Sampling of free gases by vacuum .....	21
4 Sampling of oil from oil-filled equipment .....	21
4.1 General remarks.....	21
4.2 Sampling of oil by syringe .....	23
4.3 Sampling of oil by sampling tube .....	25
4.4 Sampling of oil by bottles .....	27
4.5 Disposal of waste oil .....	29
5 Labelling of samples.....	29
6 Preparation of gas-in-oil standards .....	31
6.1 First method: preparation of a large volume of gas-in-oil standard.....	31
6.2 Second method: preparation of gas-in-oil standards in a syringe or a vial.....	35
7 Extraction of gases from oil .....	37
7.1 General remarks.....	37
7.2 Multi-cycle vacuum extraction using Toepler pump apparatus .....	39
7.3 Vacuum extraction by partial degassing method .....	43
7.4 Stripping extraction method .....	47
7.5 Head-space method .....	49
8 Gas analysis by gas-solid chromatography.....	69
8.1 General remarks.....	69
8.2 Outline of suitable methods using Table 3 .....	71
8.3 Apparatus.....	71
8.4 Preparation of apparatus .....	75
8.5 Analysis .....	77
8.6 Calibration of the chromatograph.....	77
8.7 Calculations .....	79
9 Quality control .....	79
9.1 Verification of the entire analytical system.....	79
9.2 Limits of detection and quantification.....	81
9.3 Repeatability, reproducibility and accuracy.....	83
10 Report of results.....	87

Annexe A (informative) Procédure pour vérifier l'intégrité des seringues avant le remplissage avec de l'huile (voir Figure 4).....	120
Annexe B (informative) Calcul de la correction due à l'extraction incomplète par la méthode de dégazage partiel.....	122
Annexe C (informative) Versions sans mercure des méthodes d'extraction sous vide et méthode d'extraction par brassage .....	124
Annexe D (informative) Préparation d'étalons saturés en air .....	126

Annex A (informative) Procedure for testing the integrity of the syringes before filling with oil (see Figure 4) .....	121
Annex B (informative) Correction for incomplete gas extraction in partial degassing method by calculation .....	123
Annex C (informative) Mercury-free and shake test versions of the standard extraction methods .....	125
Annex D (informative) Preparation of air-saturated standards .....	127

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

---

### **MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMMERGÉS – ÉCHANTILLONNAGE DE GAZ ET D'HUILE POUR ANALYSE DES GAZ LIBRES ET DISSOUS – LIGNES DIRECTRICES**

#### 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 60567 a été établie par le Comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1992. Cette édition constitue une révision technique.

Les modifications principales par rapport à l'édition précédente sont les suivantes.

Depuis la parution de la deuxième édition de cette norme, un certain nombre de nouvelles méthodes d'extraction de gaz ont été mises au point et sont disponibles dans le commerce, telles que les versions sans mercure des méthodes normalisées de Toepler et de dégazage partiel, auxquelles il est fait référence à l'Annexe C de la présente édition. La méthode d'espace de tête, basée sur un nouveau concept pour l'extraction des gaz de l'huile, est introduite comme méthode à part entière dans la présente troisième édition, et il est également fait référence à une version simplifiée de cette méthode à l'Annexe C (méthode d'extraction par brassage). Des techniques de chromatographie plus sensibles ont également été mises au point depuis la dernière édition et sont présentées dans la présente troisième édition.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT –  
SAMPLING OF GASES AND OF OIL FOR ANALYSIS  
OF FREE AND DISSOLVED GASES – GUIDANCE****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 60567 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1992. This edition constitutes a technical revision.

The main changes with respect to the previous edition are listed below.

Since the publication of the second edition of this standard, a number of new gas extraction methods have been developed and are commercially available, such as mercury-free versions of the standard Toepler and partial degassing methods, which are referenced to in Annex C of the present edition. The head space method, based on a new concept for the extraction of gases from oil is introduced as a full method in this third edition, and reference is made to a simplified version of it also in Annex C (shake test method). More sensitive chromatographic techniques have also been developed since the last edition, and are presented in this third edition.

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

FDIS	Rapport de vote
10/621/FDIS	10/630/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.

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.

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

FDIS	Report on voting
10/621/FDIS	10/630/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.

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.

## INTRODUCTION

Les processus naturels de vieillissement dans les matériels électriques immergés dans l'huile forment des gaz, mais il peut s'en produire beaucoup plus lors de défauts.

Le fonctionnement en présence de défauts peut sérieusement endommager ces matériels; il est alors important de pouvoir détecter ces défauts au tout début de leur apparition.

Si ces défauts ne sont pas importants, les gaz formés se dissoudront normalement dans l'huile et, par la suite, avec une faible proportion, qui éventuellement diffuseront du liquide dans toute la phase gazeuse au-dessus du liquide. L'extraction des gaz dissous à partir d'un échantillon d'huile et la détermination de leur teneur et de leur composition sont des moyens de détecter de tels défauts. On peut alors très souvent, à partir de la composition des gaz et de leur vitesse de formation, en déduire le type et la sévérité de tout type de défaut.

Dans le cas de défauts très importants, les gaz libres traverseront l'huile et seront recueillis au relais de protection (Buchholz), s'il y en a un et, en cas de nécessité, ces gaz pourront être analysés pour déterminer le type de défaut qui les a créés. Au fur et à mesure du déplacement des bulles dans l'huile vers le relais de protection, la composition des gaz dans ces bulles varie.

On peut en tirer parti, puisque les informations concernant la vitesse de formation des gaz peuvent souvent être déduites en comparant la composition des gaz libres recueillis à la concentration des gaz dissous restant dans l'huile.

L'interprétation de l'analyse des gaz fait l'objet de la CEI 60599.

A tous les stades de la vie des matériels immergés dans l'huile, ces techniques sont précieuses. Ainsi, pendant les essais de réception des transformateurs, la comparaison des analyses de gaz dissous dans l'huile avant, pendant et après un essai d'échauffement peut révéler s'il y a des points chauds; de même, après les essais électriques, elles peuvent fournir des informations complémentaires dans le cas de présence de décharges partielles ou disruptives. En cours de fonctionnement, des prélèvements périodiques d'échantillons d'huile, pour l'analyse des teneurs en gaz, servent à surveiller l'état des transformateurs et autres matériels immergés dans l'huile.

L'importance de ces techniques a conduit à la préparation de cette norme, qui donne les modes opératoires d'échantillonnage des gaz et de l'huile contenant des gaz dans les matériels électriques immergés dans l'huile, pour les analyses ultérieures.

NOTE Les méthodes décrites dans cette norme s'appliquent aux huiles minérales isolantes car l'expérience, à ce jour, a presque entièrement été obtenue sur de telles huiles. Il est possible aussi de les appliquer à d'autres liquides isolants, sous réserves de modifications.

### **Précautions générales, protection de la santé, de la sécurité et de l'environnement**

La présente Norme internationale ne vise pas à répondre à tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. L'utilisateur de la présente norme a la responsabilité de mettre en place les pratiques d'hygiène et de sécurité adéquates, et de vérifier avant utilisation si des contraintes réglementaires s'appliquent.

Il convient que les huiles minérales isolantes dont traite la présente norme soient manipulées en respectant l'hygiène personnelle. Le contact direct avec les yeux peut provoquer une irritation. En cas de contact oculaire, il convient d'effectuer un lavage avec une grande quantité d'eau courante propre et de consulter un médecin. Certains des essais spécifiés dans la présente norme impliquent des opérations pouvant conduire à une situation dangereuse. Les recommandations des normes correspondantes seront prises en compte.

## INTRODUCTION

Gases may be formed in oil-filled electrical equipment due to natural ageing but also, to a much greater extent, as a result of faults.

Operation with a fault may seriously damage the equipment, and it is valuable to be able to detect the fault at an early stage of development.

Where a fault is not severe, the gases formed will normally dissolve in the oil, with a small proportion eventually diffusing from the liquid into any gas phase above it. Extracting dissolved gas from a sample of the oil and determining the amount and composition of this gas is a means of detecting such faults, and the type and severity of any fault may often be inferred from the composition of the gas and the rate at which it is formed.

In the case of a sufficiently severe fault, free gas will pass through the oil and collect in the gas-collecting (Buchholz) relay if fitted; if necessary, this gas may be analysed to assist in determining the type of fault that has generated it. The composition of gases within the bubbles changes as they move through the oil towards the gas-collecting relay.

This can be put to good use, as information on the rate of gas production may often be inferred by comparing the composition of the free gases collected with the concentrations remaining dissolved in the liquid.

The interpretation of the gas analyses is the subject of IEC 60599.

These techniques are valuable at all stages in the life of oil-filled equipment. During acceptance tests on transformers in the factory, comparison of gas-in-oil analyses before, during and after a heat run test can show if any hot-spots are present, and similarly analysis after dielectric testing can add to information regarding the presence of partial discharges or sparking. During operation in the field, the periodic removal of an oil sample and analysis of the gas content serve to monitor the condition of transformers and other oil-filled equipment.

The importance of these techniques has led to the preparation of this standard to the procedures to be used for the sampling, from oil-filled electrical equipment, of gases and oils containing gases, and for subsequent analysis.

NOTE Methods described in this standard apply to mineral insulating oils, since experience to date has been almost entirely with such oils. The methods may also be applied to other insulating liquids, in some cases with modifications.

### **General caution, health, safety and environmental protection**

This International Standard does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of the standard to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The mineral insulating oils which are the subject of this standard should be handled with due regard to personal hygiene. Direct contact with the eyes may cause irritation. In the case of eye contact, irrigation with copious quantities of clean running water should be carried out and medical advice sought. Some of the tests specified in this standard involve the use of processes that could lead to a hazardous situation. Attention is drawn to the relevant standard for guidance.

Le mercure présente un risque pour l'environnement et pour la santé. Il convient que tout déversement soit immédiatement nettoyé et éliminé de façon appropriée. Consulter les règlements locaux concernant l'utilisation et la manipulation du mercure. Des méthodes n'utilisant pas de mercure peuvent être exigées dans certains pays.

### **Environnement**

La présente norme est applicable aux huiles minérales, aux produits chimiques et aux récipients d'échantillons usagés.

L'attention est attirée sur le fait que, au moment de la rédaction de la présente norme, de nombreuses huiles minérales en service sont connues pour être contaminées dans une certaine mesure par des polychlorobiphényles. Quand le cas se présente, il faut prendre des contre-mesures de sécurité afin d'éviter les risques pour les travailleurs, le public, et l'environnement au cours de la durée de vie de l'appareil, en contrôlant rigoureusement les débordements et les émissions. Il faut que l'élimination ou la décontamination de ces huiles se fasse rigoureusement, selon les réglementations locales. Il convient de prendre toutes les précautions afin d'empêcher un déversement d'huile minérale dans l'environnement.

Mercury presents an environmental and health hazard. Any spillage should immediately be removed and be properly disposed of. Consult local regulations for mercury use and handling. Mercury-free methods may be requested in some countries.

**Environment**

This standard is applicable to mineral oils, chemicals and used sample containers.

Attention is drawn to the fact that, at the time of writing of this standard, many mineral oils in service are known to be contaminated to some degree by PCBs. As this is the case, safety countermeasures must be taken to avoid risks to workers, the public and the environment during the life of the equipment, by strictly controlling spills and emissions. Disposal or decontamination of these oils must be carried out strictly according to local regulations. Every precaution should be taken to prevent release of mineral oil into the environment.

## **MATÉRIELS ÉLECTRIQUES IMMERGÉS – ÉCHANTILLONNAGE DE GAZ ET D'HUILE POUR ANALYSE DES GAZ LIBRES ET DISSOUS – LIGNES DIRECTRICES**

### **1 Domaine d'application**

La présente Norme internationale traite des techniques d'échantillonnage de gaz libres apparus aux relais de protection et d'échantillonnage d'huile dans les matériels immergés dans l'huile, tels que les transformateurs de puissance, les réducteurs de mesure, les réactances, les traversées, les câbles à huile fluide et les condensateurs de puissance. Trois méthodes de prélèvement des gaz libres sont décrites, ainsi que trois méthodes de prélèvement de l'huile. Le choix entre ces différentes méthodes dépend souvent de l'équipement disponible et de la quantité d'huile nécessaire pour l'analyse.

Avant d'analyser les gaz dissous dans l'huile, il faut en premier lieu les extraire de l'huile. Trois méthodes de base sont décrites, l'une utilisant l'extraction sous vide (Toepler et dégazage partiel), une autre par déplacement des gaz dissous par barbotage du gaz vecteur dans l'échantillon d'huile (entraînement), et la dernière par partition des gaz entre l'échantillon d'huile et un faible volume du gaz vecteur (espace de tête). Après extraction, l'analyse quantitative des gaz se fait par chromatographie en phase gazeuse; une méthode d'analyse est décrite. Les gaz libres apparus aux relais de protection sont analysés sans traitement préalable.

La méthode préférentielle pour garantir le fonctionnement des matériels d'extraction des gaz et d'analyse, matériels considérés dans leur totalité, consiste à extraire les gaz d'échantillons d'huile préparés au laboratoire et contenant des concentrations en gaz connues («étalons de gaz dissous dans l'huile») qui seront analysés quantitativement. Deux méthodes sont décrites pour l'obtention d'étalons de gaz dissous dans l'huile.

Lors de vérifications quotidiennes de l'étalonnage du chromatographe, il est commode d'utiliser un mélange de gaz étalons renfermant des teneurs en gaz connues et appropriées de chacun des composants gazeux devant être dans un rapport similaire aux gaz extraits des huiles des transformateurs.

Les techniques décrites tiennent compte, d'une part, des problèmes spéciaux d'analyse liés aux essais de réception en usine, pour lesquels les teneurs en gaz sont généralement très faibles et, d'autre part, des problèmes rencontrés dans la surveillance de l'équipement en service, pour lesquels il se peut que le transport des échantillons se fasse par fret aérien non pressurisé, avec des différences importantes de températures pouvant exister entre le site de prélèvement et le laboratoire d'analyse.

### **2 Références normatives**

Les documents référencés ci-après sont indispensables pour l'application de ce document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, c'est l'édition la plus récente du document référencé (y compris tous ses amendements) qui s'applique.

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

CEI 60599, *Matériels électriques imprégnés d'huile minérale en service – Guide pour l'interprétation de l'analyse des gaz dissous et des gaz libres*

## **OIL-FILLED ELECTRICAL EQUIPMENT – SAMPLING OF GASES AND OF OIL FOR ANALYSIS OF FREE AND DISSOLVED GASES – GUIDANCE**

### **1 Scope**

This International Standard deals with the techniques for sampling free gases from gas-collecting relays and for sampling oil from oil-filled equipment such as power and instrument transformers, reactors, bushings, oil-filled cables and oil-filled tank-type capacitors. Three methods of sampling free gases and three methods of sampling oil are described; the choice between the methods often depends on the apparatus available and on the quantity of oil needed for analysis.

Before analysing the gases dissolved in oil, they must first be extracted from the oil. Three basic methods are described, one using extraction by vacuum (Toepler and partial degassing), another by displacement of the dissolved gases by bubbling the carrier gas through the oil sample (stripping), and the last one by partition of gases between the oil sample and a small volume of the carrier gas (head space). The gases are analysed quantitatively after extraction by gas chromatography; a method of analysis is described. Free gases from gas-collecting relays are analysed without preliminary treatment.

The preferred method for assuring the performance of the gas extraction and analysis equipment, considered together as a single system, is to degas samples of oil prepared in the laboratory and containing known concentrations of gases ("gas-in-oil standards") and quantitatively analyse the gases extracted. Two methods of preparing gas-in-oil standards are described.

For daily calibration checks of the chromatograph, it is convenient to use a standard gas mixture containing a suitable known amount of each of the gas components to be in a similar ratio to the common ratios of the gases extracted from transformer oils.

The techniques described take account, on the one hand, of the problems peculiar to analyses associated with acceptance testing in the factory, where gas contents of oil are generally very low and, on the other hand, of the problems imposed by monitoring equipment in the field, where transport of samples may be by un-pressurized air freight and where considerable differences in ambient temperature may exist between the plant and the examining laboratory.

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

IEC 60599, *Mineral oil-impregnated electrical equipment in service – Guide to the interpretation of dissolved and free gases analysis*

ISO/CEI 17025, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

ISO 5725 (toutes les parties), *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure*

ISO/IEC 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

ISO 5725 (all parts), *Accuracy, trueness and precision of measurement methods and results*