

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method

Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.040

ISBN 978-2-8322-5959-7

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions	7
4 Electrical apparatus.....	7
4.1 General.....	7
4.2 Voltage regulator.....	7
4.3 Step-up transformer	8
4.4 Switching system	8
4.5 Current-limiting resistors	8
4.6 Measuring system	8
5 Test assembly	8
5.1 General.....	8
5.2 Test cell.....	9
5.3 Electrodes.....	9
5.4 Stirring device.....	10
6 Preparation of electrodes.....	10
7 Test assembly preparation	10
8 Sampling.....	11
9 Test procedure	11
9.1 Sample preparation.....	11
9.2 Filling of the cell.....	11
10 Application of the voltage.....	11
11 Report.....	12
12 Test data dispersion and reproducibility	12
12.1 Test data dispersion.....	12
12.2 Reproducibility	13
Annex A (informative) Improved test method	14
A.1 Test procedure for improved test method	14
A.2 Report	15
Annex B (informative) Special test methods for low volume samples	16
B.1 Low volume sample test	16
Annex C (informative) Representative material for a performance test.....	18
Bibliography	19
Figure 1 – Examples of test cells with spherical electrodes 12,5 mm to 13,0 mm diameter.....	9
Figure 2 – Examples of test cells with partially spherical electrodes with 25 mm radius and diameter of 36 mm	9
Figure 3 – Graphical representation of coefficient of variation versus mean breakdown voltage	13
Figure A.1 – Example of a sequence of breakdown shots for determination of the breakdown voltage.....	15

Figure B.1 – Example of low volume test cell, fixed electrode distance of 2 mm with 2 ml active volume under dielectric stress 16

Figure B.2 – Example of low volume test cell, fixed electrode distance of 2,5 mm (150 ml to 200 ml)..... 17

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

INSULATING LIQUIDS – DETERMINATION OF THE BREAKDOWN VOLTAGE AT POWER FREQUENCY – TEST METHOD

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 60156 has been prepared by IEC technical committee TC 10: Fluids for electrotechnical applications.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 1995. This edition constitutes a technical revision and, mainly, confirms the content of the previous edition even if some advances are included. The test method has not been changed for practical reason due to the very large number of instrumentation disseminated around the world, although the use of stirring is now recommended.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
10/1061/FDIS	10/1065/RVD

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

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

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

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

INTRODUCTION

As normally applied, breakdown voltage of insulating liquids is not a basic material property but an empirical test procedure intended to indicate the presence of contaminants such as water and solid suspended matter and the advisability of carrying out a drying and filtration treatment.

The AC breakdown voltage value of insulating liquids strongly depends on the particular set of conditions used in its measurement. Therefore, standardized testing procedures and equipment are essential for the unambiguous interpretation of test results.

The method described in this document applies to either acceptance tests on new deliveries of insulating liquids, or testing of treated liquids prior to or during filling into electrical equipment, or to the monitoring and maintenance of oil-filled apparatus in service. It specifies rigorous sample-handling procedures and temperature control that should be adhered to when certified results are required. For routine tests, especially in the field, less stringent procedures may be practicable and it is the responsibility of the user to determine their effect on the results.

Annex A (informative) describes, for comparison, an alternative test method which could be introduced in the future. Annex B (informative) describes special test methods, using cells which may include low volume samples. Annex C (informative) describes a reference material for a performance test and check according to IEC 60060-3[1]¹.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

INSULATING LIQUIDS – DETERMINATION OF THE BREAKDOWN VOLTAGE AT POWER FREQUENCY – TEST METHOD

1 Scope

This document specifies the method for determining the dielectric breakdown voltage of insulating liquids at power frequency. The test procedure is performed in a specified apparatus, where the oil sample is subjected to an increasing AC electrical field until breakdown occurs. The method applies to all types of insulating liquids of nominal viscosity up to 350 mm²/s at 40 °C. It is appropriate both for acceptance testing on unused liquids at the time of their delivery and for establishing the condition of samples taken in monitoring and maintenance of equipment.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60475, *Method of sampling insulating liquids*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	22
INTRODUCTION.....	24
1 Domaine d'application.....	25
2 Références normatives	25
3 Termes et définitions	25
4 Appareillage électrique	25
4.1 Généralités	25
4.2 Régulateur de tension	25
4.3 Transformateur élévateur	26
4.4 Disjoncteur.....	26
4.5 Résistances de limitation de courant.....	26
4.6 Système de mesure.....	26
5 Dispositif d'essai	27
5.1 Généralités	27
5.2 Cellule d'essai	27
5.3 Électrodes.....	28
5.4 Agitateur.....	28
6 Préparation des électrodes	29
7 Préparation du dispositif d'essai.....	29
8 Échantillonnage	29
9 Procédure d'essai.....	29
9.1 Préparation de l'échantillon	29
9.2 Remplissage de la cellule.....	30
10 Application de la tension.....	30
11 Rapport.....	30
12 Dispersion des résultats et reproductibilité	31
12.1 Dispersion des résultats	31
12.2 Reproductibilité.....	31
Annexe A (informative) Méthode d'essai améliorée.....	32
A.1 Procédure d'essai pour une méthode d'essai améliorée	32
A.2 Rapport.....	33
Annexe B (informative) Méthodes d'essai spéciales pour échantillons de faible volume	34
B.1 Essai sur les échantillons de faible volume	34
Annexe C (informative) Matériau représentatif pour un essai de détermination des caractéristiques	36
Bibliographie	37
Figure 1 – Exemples de cellules d'essai avec des électrodes sphériques de diamètre compris entre 12,5 mm et 13,0 mm	27
Figure 2 – Exemples de cellules d'essai avec des électrodes hémisphériques d'un rayon de 25 mm et d'un diamètre de 36 mm	28
Figure 3 – Représentation graphique du coefficient de variation en fonction de la tension de claquage moyenne	31
Figure A.1 – Exemple d'une séquence de claquages pour la détermination de la tension de claquage.....	33

Figure B.1 – Exemple de cellule d’essai de faible volume, distance fixe entre électrodes de 2 mm avec 2 ml de volume actif sous contrainte diélectrique	34
Figure B.2 – Exemple de cellule d’essai de faible volume, distance fixe entre électrodes de 2,5 mm (150 ml à 200 ml)	35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ISOLANTS LIQUIDES – DÉTERMINATION DE LA TENSION DE CLAQUAGE À FRÉQUENCE INDUSTRIELLE – MÉTHODE D'ESSAI

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 60156 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 1995. Cette édition constitue une révision technique et valide essentiellement le contenu de l'édition précédente même si elle comporte certaines améliorations. La méthode d'essai n'a pas été modifiée pour des raisons pratiques et du fait du très grand nombre de dispositifs de mesure utilisés au niveau international, même si l'emploi de l'agitateur est maintenant recommandé.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
10/1061/FDIS	10/1065/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

La tension de claquage des isolants liquides, telle qu'elle est généralement appliquée, n'est pas une propriété fondamentale du matériau, mais une procédure d'essai empirique destinée à révéler la présence de produits contaminants comme l'eau ou des matières solides en suspension, et permettre ainsi de décider de l'opportunité d'effectuer un traitement de séchage et de filtration.

La valeur de la tension de claquage sous courant alternatif des isolants liquides dépend beaucoup de l'ensemble des conditions particulières appliquées pour son mesurage. En conséquence, des procédures d'essai et un équipement normalisés sont essentiels pour interpréter sans ambiguïté les résultats d'essai.

La méthode décrite dans le présent document s'applique soit aux essais de réception de nouvelles livraisons d'isolants liquides, soit aux essais de liquides traités, avant ou pendant le remplissage de matériels électriques, soit à la surveillance et à la maintenance des appareils remplis d'huile en service. Elle spécifie des méthodes rigoureuses de manipulation des échantillons et de vérification des températures auxquelles il convient de se conformer quand des résultats certifiés sont exigés. Pour les essais de routine, notamment sur le terrain, des procédures moins rigoureuses peuvent être appliquées et il revient alors à l'utilisateur de déterminer leurs effets sur les résultats obtenus.

L'Annexe A (informative) décrit, à titre de comparaison, une autre méthode d'essai qui pourrait être adoptée à l'avenir. L'Annexe B (informative) décrit des méthodes d'essai spéciales utilisant des cellules qui peuvent contenir des échantillons de faible volume. L'Annexe C (informative) décrit un matériau de référence pour un essai de détermination des caractéristiques ou un contrôle de caractéristiques conformément à l'IEC 60060-3[1]¹.

¹ Les chiffres entre crochets renvoient à la Bibliographie.

ISOLANTS LIQUIDES – DÉTERMINATION DE LA TENSION DE CLAQUAGE À FRÉQUENCE INDUSTRIELLE – MÉTHODE D'ESSAI

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie la méthode de détermination de la tension de claquage diélectrique des isolants liquides à fréquence industrielle. La procédure d'essai est réalisée dans un appareil spécifié dans lequel l'échantillon d'huile est soumis à un champ électrique alternatif croissant jusqu'à l'obtention du claquage. La méthode est applicable à tous les types d'isolants liquides de viscosité nominale allant jusqu'à 350 mm²/s à 40 °C. Elle convient aussi bien pour les essais de réception de liquides neufs à la livraison que pour définir l'état des échantillons prélevés lors de la surveillance et de la maintenance des matériels.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60475, *Méthode d'échantillonnage des liquides isolants*