

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 156

Première édition — First edition

1963

Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes

Method for the determination of the electric strength of insulating oils



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

IEC NORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60156:1963

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I.E.C. RECOMMENDATION

Publication 156

Première édition — First edition

1963

Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes

Method for the determination of the electric strength of insulating oils



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Introduction	6
2. Généralités	6
3. Prélèvement	6
4. Etat de l'huile	6
5. Cellule d'essai	6
6. Electrodes	8
7. Préparation de la cellule	8
8. Préparation de l'échantillon	8
9. Technique d'essai	8
10. Appareillage électrique	10
11. Résultats	12

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Introduction	7
2. General	7
3. Sampling	7
4. Condition of the oil	7
5. Test cell	7
6. Electrodes	9
7. Preparation of the cell	9
8. Preparation of the sample	9
9. Test method	9
10. Electrical apparatus	11
11. Results	13

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DE LA
RIGIDITÉ ÉLECTRIQUE DES HUILES ISOLANTES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Comité d'Etudes n° 10 : Huiles isolantes.

Un premier projet fut diffusé en 1961 et, à la suite d'une réunion tenue à Interlaken en juin 1961, une proposition fut soumise à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1962.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication :

Allemagne	Norvège
Autriche	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Bulgarie	Portugal
Danemark	Roumanie
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Tchécoslovaquie
Hongrie	Turquie
Israël	Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE
ELECTRIC STRENGTH OF INSULATING OILS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This recommendation was prepared by Technical Committee No. 10, Insulating Oils.

A first draft was circulated in 1961, and, as a result of the meeting held at Interlaken in June 1961, a proposal was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1962.

The following countries voted explicitly in favour of publication :

Austria	Netherlands
Belgium	Norway
Bulgaria	Poland
Czechoslovakia	Portugal
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Turkey
Hungary	Union of Soviet Socialist Republics
Israel	United States of America

MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DE LA RIGIDITÉ ÉLECTRIQUE DES HUILES ISOLANTES

1. Introduction

La rigidité électrique n'est pas un critère de la qualité de fabrication des huiles isolantes, mais un essai conventionnel destiné à déceler leur état plus ou moins grand de pollution physique, par de l'eau et d'autres matières en suspension, et à conclure ou non à l'opportunité de faire un traitement de séchage et filtration avant introduction dans les appareils auxquels elles sont destinées.

La valeur mesurée de la rigidité électrique dépend essentiellement du type d'appareillage utilisé pour la mesure et de son mode d'emploi.

Bien qu'en principe le problème technique de l'évaluation de la rigidité soit le même pour les huiles neuves, les huiles traitées et les huiles usagées, il apparaît que cet essai doit être normalisé uniquement en vue des transactions internationales portant sur des huiles neuves destinées aux usages électrotechniques, transactions pour lesquelles un langage commun est souhaité. Chaque Comité national peut éventuellement normaliser, dans son pays, une méthode particulière différente pour le contrôle des huiles en service.

L'essai décrit ci-dessous consiste à soumettre l'huile, mise dans un appareil déterminé, à un champ électrique alternatif croissant de façon continue, et ce jusqu'à perforation de l'huile.

2. Généralités

L'essai est, en principe, le même pour toutes les catégories d'huiles (pour transformateurs, pour câbles à huile fluide, pour disjoncteurs, pour condensateurs) qu'elles soient neuves ou usagées. Il est destiné principalement à la réception des huiles neuves au moment de leur livraison. Il n'est applicable qu'aux huiles dont la viscosité à 20°C est inférieure ou égale à 50 centistokes.

3. Prélèvement

La rigidité électrique étant fortement influencée par la moindre pollution de l'échantillon, il convient d'attribuer une attention particulière, spécialement en ce qui concerne la possibilité d'absorption d'humidité, aux précautions à prendre lors du prélèvement de l'échantillon.

Les échantillons destinés à la détermination de la rigidité électrique sont uniquement prélevés sous le contrôle direct d'agents responsables, qualifiés et expérimentés dans la manipulation d'huiles isolantes.

L'huile est prélevée à l'endroit où elle est censée être la plus polluée, par exemple au point le plus bas du récipient qui la contient.

4. Etat de l'huile

L'essai est effectué sur l'huile telle quelle, sans séchage ni dégazage.

5. Cellule d'essai

La cellule, en verre ou en plastique, dont le volume utile est de l'ordre de 300 à 500 ml, est transparente. Elle est fermée de préférence.

Deux exemples de cellules sont illustrés, voir figures 1 et 2, page 14.

METHOD FOR THE DETERMINATION OF THE ELECTRIC STRENGTH OF INSULATING OILS

1. Introduction

Electric strength is not a criterion of insulating oil manufacturing quality, but a conventional test intended to reveal the extent of physical pollution by water and other suspended matter, and the advisability of carrying out drying and filtration treatment before the oils are introduced into the apparatus for which they are intended.

The measured value of the electric strength depends essentially on the apparatus and procedure used.

Although in principle the technical problem concerning the assessment of electric strength is the same for new oils, treated oils and used oils, it would seem that this test should be standardized solely for the purpose of international transactions in new oils intended for electrotechnical uses, transactions in which a common denominator is desired. Each National Committee can standardize, in its own country, a special different method for the control of used oils.

The test described below consists in subjecting the oil, contained in a specified apparatus, to an a.c. electric field with a continuously increasing rate of voltage rise, till the oil breaks down.

2. General

The test is, in principle, the same for all classes of oil (for transformers, for oil-filled cables, for circuit-breakers, for capacitors), whether new or used. It is mainly intended for the acceptance of new oils at the time of their delivery; its application is restricted to oils having a viscosity of not more than 50 centistokes at 20°C.

3. Sampling

As the electric strength is exceptionally sensitive to the slightest contamination of the sample, the importance of careful sampling, with special reference to possible absorption of humidity, cannot be too strongly emphasized. Samples of insulating oil for electric strength tests are only drawn by or under the immediate supervision of persons of judgement, skill and experience in the handling of insulating oils.

The oil is sampled at the place where it is considered to be most polluted, for example, at the lowest point of the receptacle holding it.

4. Condition of the oil

The test is carried out on the oil as received, without drying or degassing.

5. Test cell

The cell, made of glass or plastic, is transparent, with an effective volume between 300 and 500 ml. It is preferably closed.

Two types of cell are illustrated, see Figures 1 and 2 page 15.

6. Electrodes

Les électrodes polies en cuivre, en laiton, en bronze ou en acier inoxydable sont soit sphériques (12,5 à 13,0 mm de diamètre) comme indiqué dans la Figure 1, soit en forme de calottes sphériques comme indiqué dans la Figure 2. Elles sont disposées sur un axe horizontal et sont distantes de 2,5 mm.

Leur écartement est réglé à $\pm 0,1$ mm près au moyen de jauges d'épaisseur. L'axe des électrodes est immergé à une profondeur d'environ 40 mm.

Les électrodes sont remplacées dès que l'on constate qu'elles sont piquées par l'effet des décharges.

7. Préparation de la cellule

Pendant les périodes d'inactivité, il est recommandé d'entreposer l'appareil plein d'huile sèche dans une enceinte propre, sèche et à l'abri des poussières.

S'il n'a pas servi depuis un certain temps, on procède à un nettoyage rigoureux : les électrodes sont démontées, nettoyées et rincées en dernier lieu au moyen d'une huile neuve, sèche et propre. Le remontage des électrodes est fait avec le plus grand soin, en évitant tout contact direct avec les doigts.

Immédiatement avant usage, la cellule est nettoyée par rinçage avec l'huile à essayer (plusieurs fois si possible) avant de procéder au remplissage définitif dans les conditions fixées au paragraphe 7.

8. Préparation de l'échantillon

Le récipient contenant l'huile à essayer est remué doucement et retourné plusieurs fois de façon à assurer une répartition aussi homogène que possible des impuretés contenues dans l'huile sans provoquer la formation de bulles d'air.

Immédiatement après, l'échantillon est versé dans la cellule d'essai, lentement pour éviter le formation de bulles d'air (par exemple le long d'une baguette de verre propre et sèche). L'opération est effectuée dans un local sec et abrité des poussières.

La température de l'huile, au moment de l'essai, doit être la même que celle de l'ambiance, de préférence voisine de 20°C (15 à 25°C), et notée.

9. Technique d'essai

L'essai consiste à appliquer aux électrodes une tension alternative croissante (fréquence 40 à 62Hz), la vitesse d'augmentation de la tension étant fixe et égale à 2 kV/s, de zéro jusqu'à la valeur produisant une décharge disruptive.

Le circuit est ouvert, manuellement si un arc fugitif (audible ou visible) se produit entre les électrodes, ou automatiquement si un arc franc se produit.

Dans ce dernier cas, l'interrupteur automatique doit couper la tension en un temps de l'ordre de 0,02 s.

La tension de percement est la tension atteinte au cours de l'essai au moment où se produit la première étincelle entre électrodes, qu'elle soit fugitive ou franche.

L'essai est effectué six fois sur la même prise d'échantillon.

La première mise sous tension est effectuée aussi rapidement que possible après remplissage de la cellule, pour autant qu'il n'y ait plus de bulles d'air présentes dans l'huile, et au plus tard dix minutes après le remplissage. Après chaque claquage, on agite légèrement l'huile entre les électrodes au moyen d'une tige en verre propre et sèche en évitant, autant que possible, de produire des bulles d'air. Pour les cinq essais suivants, la tension est réappliquée une minute après la disparition des bulles d'air éventuellement formées. Si l'appareillage ne permet pas d'observer la disparition des bulles d'air, on attend cinq minutes avant d'effectuer un nouvel essai de percement.

La rigidité électrique est la moyenne arithmétique des six résultats obtenus.

6. Electrodes

The copper, brass, bronze or stainless steel polished electrodes are either spherical (12.5 mm to 13.0 mm diameter) as given in Figure 1 or spherical surfaced of the shape and dimensions given in Figure 2. The electrodes are mounted on a horizontal axis and are 2.5 mm apart.

The gap between them is set to an accuracy of ± 0.1 mm by means of thickness gauges. The axis of the electrodes is immersed to a depth of approximately 40 mm.

Electrodes are replaced as soon as pitting caused by discharges is observed.

7. Preparation of the cell

When it is not in use, it is recommended to store the apparatus full of dry oil in a clean dry place, protected from dust.

If it has not been used for some time, it is thoroughly cleaned : the electrodes are removed, cleaned and finally rinsed with dry clean new oil. Replacement of the electrodes is carried out with the greatest care, avoiding all direct contact with the fingers.

Immediately before use, the cell is cleaned by rinsing with the test oil (several times, if possible) before proceeding to the final filling under the conditions laid down in Clause 7.

8. Preparation of the sample

The vessel containing the test oil is gently agitated and turned over several times in such a way as to ensure as far as possible a homogeneous distribution of the impurities contained in the oil without causing the formation of air bubbles.

Immediately after this, the sample is poured down into the test cell, slowly in order to avoid air bubbles forming (e.g. by means of a clean, dry glass rod). The operation is carried out in a dry place free from dust.

The oil temperature at the time of the test shall be the same as that of the ambient air, preferably in the neighbourhood of 20°C (15 to 25°C), and noted.

9. Test method

The test consists in applying to the electrodes an increasing a.c. voltage of frequency 40 to 62 Hz (c/s), the rate of increase of the voltage being regular and equal to 2 kV/s, starting from zero up to the value producing breakdown.

The circuit is opened manually if a transient spark (audible or visible) occurs between the electrodes or automatically if an established arc occurs.

In the latter case the automatic switch shall break the voltage within 0.02 s.

The breakdown voltage is the voltage reached during the test at the time the first spark occurs between electrodes, whether it be transient or established.

The test shall be carried out six times on the same cell filling.

The first application of the voltage is made as quickly as possible after the cell has been filled, provided there are no longer any air bubbles in the oil, and at the latest ten minutes after filling. After each breakdown, the oil is gently stirred between the electrodes by means of a clean, dry glass rod, avoiding as far as possible the production of air bubbles. For the five subsequent tests, the voltage is re-applied one minute after the disappearance of any air bubbles that may have been formed. If the observation of the disappearance of air bubbles is not possible, it is necessary to wait five minutes before a new breakdown test is started.

The electric strength is the arithmetic mean of the six results which have been obtained.

10. Appareillage électrique

Les caractéristiques de l'appareillage électrique sont conformes aux recommandations suivantes :

10.1 Transformateur

La haute tension d'essai peut être obtenue au moyen d'un transformateur élévateur alimenté par une source basse tension alternative (40/62 Hz).

La tension primaire est augmentée progressivement, soit manuellement, soit par un dispositif de commande automatique.

La tension appliquée aux électrodes de la cellule remplie d'huile doit avoir une forme d'onde approximativement sinusoïdale, telle que le facteur de crête soit compris entre les limites suivantes : 1,34 (soit $\sqrt{2} - 5\%$) et 1,48 (soit $\sqrt{2} + 5\%$).

Le transformateur et son équipement doivent être prévus pour produire un courant minimal de court-circuit de 20 mA pour des tensions supérieures à 15 kV.

10.2 Dispositif de protection

L'essai doit être réalisé de façon à éviter, autant que possible, la production d'oscillations de haute fréquence.

Pour protéger l'installation et les électrodes et éviter la décomposition de l'huile au moment du claquage, on peut placer, en série avec la cellule de mesure, une résistance qui limite le courant de court-circuit.

Le circuit primaire du transformateur haute tension est pourvu d'un disjoncteur fonctionnant sous l'action du courant débité à la suite de la perforation de l'échantillon dans un temps inférieur ou égal à 0,02 s. Le disjoncteur est muni d'une bobine de tension destinée à protéger l'équipement.

10.3 Réglage de la tension

Celui-ci peut être assuré par l'une des méthodes suivantes :

- a) Autotransformateur à rapport variable ;
- b) Diviseur de tension à résistance ;
- c) Régulateur par variation de champ du générateur ;
- d) Régulateur à induction.

On donne la préférence à un système automatique de montée en tension parce qu'il est difficile d'obtenir manuellement une élévation de tension sensiblement uniforme en fonction du temps.

10.4 Mesure de la tension

Dans ce document, la valeur de la tension est définie par sa valeur de crête divisée par $\sqrt{2}$.

Cette valeur peut être mesurée au moyen d'un voltmètre de crête ou d'un voltmètre d'un autre type relié soit au côté haute tension soit au côté basse tension du transformateur d'essai ou à un enroulement de mesure prévu sur ce transformateur ; l'instrument utilisé doit être étalonné avec un éclateur à sphères jusqu'à la pleine tension que l'on désire mesurer.

Le rapport de la tension prise sur l'éclateur à sphères à la tension indiquée sur l'instrument auxiliaire peut dépendre de la présence de la cellule en essai ou de l'éclateur, et il est important que la cellule en essai (ou une charge équivalente) soit dans le circuit pendant l'étalonnage.

L'éclateur à sphères peut être déconnecté pendant l'essai proprement dit si l'on sait que sa présence a un effet négligeable sur le rapport des tensions.

10. Electrical apparatus

The characteristics of the electrical apparatus shall comply with the following requirements:

10.1 Transformer

The test voltage may be obtained by using a step-up transformer supplied from an a.c. (40 to 62 Hz (c/s)) low-voltage source. The primary voltage is gradually increased, either manually or by an automatic control device.

The voltage applied to the electrodes of the oil-filled cell has an approximately sinusoidal waveform, such that the peak factor is within the following limits: 1.34 (i.e. $\sqrt{2} - 5\%$) and 1.48 (i.e. $\sqrt{2} + 5\%$).

The transformer and associated equipment are designed to produce a minimum short-circuit current of 20 mA for voltages higher than 15 kV.

10.2 Protective gear

The test is carried out so as to prevent high-frequency oscillations as far as possible.

To protect the equipment and to avoid decomposition of the oil at the instant of breakdown, a resistance limiting the breakdown current may be inserted in series with the test cell.

The primary circuit of the high-voltage transformer is fitted with a circuit-breaker operated by the current flowing following the breakdown of the sample, and with a delay not more than 0.02 s. The circuit-breaker is fitted with a no-voltage release coil to protect the equipment.

10.3 Voltage regulation

Voltage regulation may be ensured by one of the following methods:

- a) Variable-ratio auto-transformer;
- b) Resistance type voltage divider;
- c) Generator field regulation;
- d) Induction regulator.

Preference is given to an automatic system for increasing the voltage, because it is difficult to obtain manually a reasonably uniform rate of voltage rise as a function of time.

10.4 Measurement of test voltage

For the purpose of this document, the magnitude of the test voltage is defined as its peak value divided by $\sqrt{2}$.

This voltage may be measured by means of a peak-voltmeter or by means of another type of voltmeter connected to the input or output side of the testing transformer, or to a special winding provided thereon; the instrument then used must be calibrated against a sphere-gap up to the full voltage which it is desired to measure.

The ratio of the voltage derived from the sphere-gap to the voltage indicated on the auxiliary instrument may be dependent upon the presence of the test cell or of the sphere-gap and it is important that the test cell (or an equivalent load) should be in the circuit during the calibration.

The sphere-gap may be disconnected during the actual test if its presence is known to have a negligible influence on the voltage ratio.

11. Résultats

Le compte rendu indique, exprimées en kilovolts, les tensions de claquage obtenues au cours de tous les essais effectués et la moyenne des résultats.

Le compte rendu mentionne le type d'électrodes utilisé, la fréquence de la tension d'essai et la température de l'huile.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60156:1963

11. Results

The report shows, expressed in kilovolts, the breakdown voltages obtained during all the tests which have been carried out, and the average of the results.

The report shall mention the type of electrodes used, the frequency of the test voltage and the oil temperature.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60156:1963

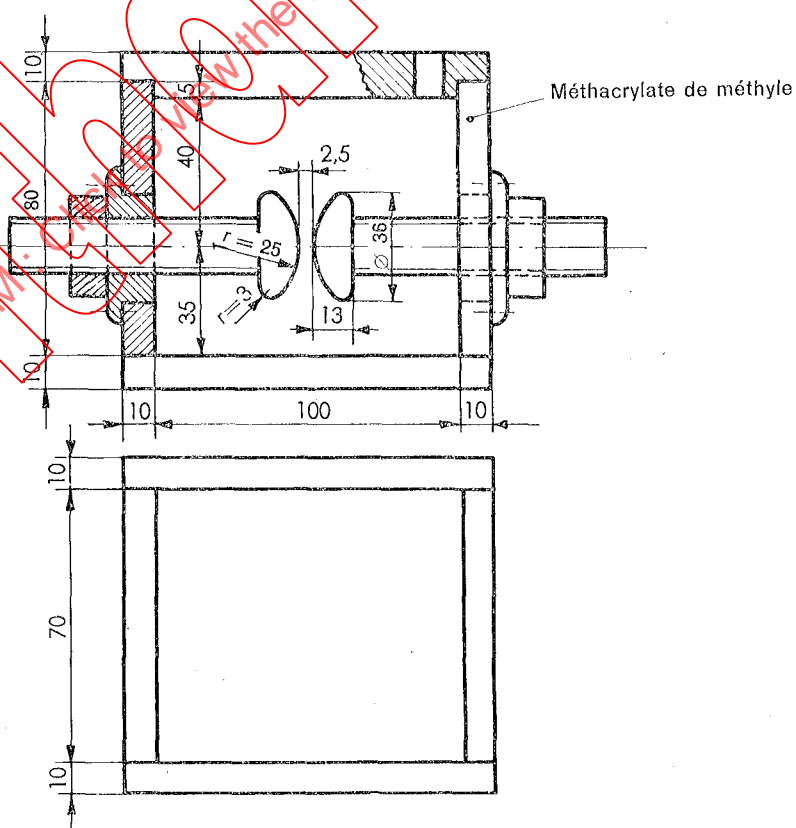
~~FIG. 1~~

FIG. 2