

**NORME INTERNATIONALE
INTERNATIONAL STANDARD**

**CEI
IEC
944**

Première édition
First edition
1988



**Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия**

**Guide de maintenance des liquides silicones
pour transformateurs**

**Guide for the maintenance of silicone
transformer liquids**

Publication
944: 1988

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment suivi par la Commission afin d'assurer qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à ce travail de révision, à l'établissement des éditions révisées et aux mises à jour peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et en consultant les documents ci-dessous :

- **Bulletin de la CEI**
- **Annuaire de la CEI**
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la CEI: Vocabulaire Electrotechnique International (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Les termes et définitions figurant dans la présente publication ont été soit repris du VEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, symboles littéraux et signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera :

- la Publication 27 de la CEI: Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique;
- la Publication 617 de la CEI: Symboles graphiques pour schémas.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit repris des Publications 27 ou 617 de la CEI, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

Publications de la CEI établies par le même Comité d'Etudes

L'attention du lecteur est attirée sur le deuxième feuillet de la couverture, qui énumère les publications de la CEI préparées par le Comité d'Etudes qui a établi la présente publication.

Revision of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the work of revision, the issue of revised editions and amendment sheets may be obtained from IEC National Committees and from the following IEC sources:

- **IEC Bulletin**
- **IEC Yearbook**
- **Catalogue of IEC Publications**
Published yearly

Terminology

For general terminology, readers are referred to IEC Publication 50: International Electrotechnical Vocabulary (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

The terms and definitions contained in the present publication have either been taken from the IEV or have been specifically approved for the purpose of this publication.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to:

- IEC Publication 27: Letter symbols to be used in electrical technology;
- IEC Publication 617: Graphical symbols for diagrams.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC Publications 27 or 617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

IEC publications prepared by the same Technical Committee

The attention of readers is drawn to the back cover, which lists IEC publications issued by the Technical Committee which has prepared the present publication.

NORME INTERNATIONALE INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
944

Première édition
First edition
1988



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

Guide de maintenance des liquides silicones pour transformateurs

Guide for the maintenance of silicone transformer liquids

© CEI 1988. Droits de reproduction réservés. Copyright - all rights reserved.

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni mise en œuvre sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'autorisation écrite 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé - Genève, Suisse

Code prix 5
Price code

For price, see catalogue or inquire
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
PREAMBULE	4
PREFACE	4
Articles	
1. Domaine d'application	6
2. Essais et leur signification	6
3. Fréquence d'examen du liquide silicone en service	8
4. Prélèvement	10
5. Procédures d'essai	10
6. Classification des liquides silicones en service dans les transformateurs	10
7. Traitement des liquides silicones pour transformateurs du groupe 2	12
8. Accessoires de manipulation	12

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. Scope	7
2. Tests and their significance	7
3. Frequency of examination of silicone liquid in service	9
4. Sampling	11
5. Testing procedures	11
6. Classification of silicone transformer liquid in service	11
7. Treatment of silicone transformer liquid in Group 2	13
8. Handling materials	13

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

GUIDE DE MAINTENANCE DES LIQUIDES SILICONES
POUR TRANSFORMATEURS

PREAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI 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 l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PREFACE

La présente norme a été établie par le Sous-Comité 10B: Liquides diélectriques autres que les huiles à base d'hydrocarbures, du Comité d'Etudes n° 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

(Le Comité d'Etudes n° 10 a terminé le travail du Sous-Comité 10B qui a été dissous en juillet 1987.)

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10(BC)41	10(BC)258

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La publication suivante de la CEI est citée dans la présente norme:

Publication n° 836 (1988): Spécifications pour liquides silicones pour usages électriques.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

GUIDE FOR THE MAINTENANCE OF SILICONE
TRANSFORMER LIQUIDS

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC 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 international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by Sub-Committee 10B: Insulating liquids other than hydrocarbon oils, of IEC Technical Committee No. 10: Fluids for electrotechnical applications.

(Technical Committee No. 10 completed the work of Sub-Committee 10B, which was disbanded in July 1987.)

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

Six Months' Rule	Report on Voting
10(C0)91	10(C0)238

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

The following IEC publication is quoted in this standard:

Publication No. 836 (1988): Specifications for silicone liquids for electrical purposes.

GUIDE DE MAINTENANCE DES LIQUIDES SILICONES POUR TRANSFORMATEURS

1. Domaine d'application

La présente norme est un guide de maintenance des liquides silicones pour transformateurs de tension assignée inférieure ou égale à 35 kV et s'adresse à l'utilisateur pour l'aider à déterminer la qualité du liquide en service dans le matériel et à le maintenir dans des conditions permettant son utilisation.

Des méthodes de reconditionnement du liquide silicone pour transformateurs sont décrites.

Cette norme traite seulement des liquides silicones employés dans l'appareillage où une prise d'essai du liquide est possible et n'ayant pas été rempli auparavant d'un autre liquide.

2. Essais et leur signification

Plusieurs essais s'appliquant aux liquides silicones pour transformateurs permettent de déterminer leur aptitude à des emplois ultérieurs ou si une action correctrice doit être apportée. La méthode d'essai appropriée est indiquée par renvoi à l'article correspondant de la Publication 836 de la CEI, Section deux - Méthodes d'essai.

Propriété	Article
Couleur et aspect	8
Masse volumique	9
Viscosité cinématique	10
Point d'éclair	11
Point de feu	12
Teneur en eau	16
Tension de claquage	19
Résistivité en courant continu	20
Facteur de dissipation diélectrique	20

2.1 *Couleur et aspect*

Un trouble ou des particules solides visibles dans le liquide indiquant qu'il y a lieu de sécher et/ou de filtrer les liquides. Un changement de couleur indique une contamination; il convient alors d'effectuer des essais électriques.

2.2 *Masse volumique*

Une variation de masse volumique indique normalement une contamination par d'autres liquides.

GUIDE FOR THE MAINTENANCE OF SILICONE TRANSFORMER LIQUIDS

1. Scope

This standard is a guide to the maintenance of silicone liquids in transformers with rated voltages up to 35 kV and is intended to assist the equipment operator in assessing the quality of the liquid during use in the equipment and maintaining it in serviceable condition.

Methods for reconditioning silicone transformer liquid are outlined.

It deals only with silicone liquids used in equipment where liquid sampling is practicable and which has not previously been filled with any other liquid.

2. Tests and their significance

There are several tests which can be applied to silicone transformer liquids to determine their suitability for further use or whether corrective action is necessary. The appropriate method of test is indicated by cross-reference to the relevant clause in IEC Publication 836, Section Two - Test methods.

Property	Clause
Colour and appearance	8
Density	9
Kinematic viscosity	10
Flash-point	11
Firs-point	12
Water content	16
Breakdown voltage	19
D.C. resistivity	20
Dielectric dissipation factor	20

2.1 Colour and appearance

Cloudiness or visible solid particles indicate that the materials should be dried and/or filtered. A modification of the colour indicates contamination, and electrical tests should be carried out.

2.2 Density

Changes in density normally indicate contamination by other liquids.

2.3 Viscosité cinématique

La viscosité du liquide silicone pour transformateurs varie rarement même après une longue période de mise en service. Une valeur autre que les valeurs fournies dans la Section trois de la Publication 836 de la CEI, indique une contamination par d'autres substances ou une surchauffe prolongée importante.

2.4 Point d'éclair · Point de feu

Une diminution du point d'éclair ou du point de feu est normalement due à une contamination par d'autres liquides. Elle peut également résulter d'une dégradation sévère du liquide, indiquant un défaut dans le transformateur. Dans ce dernier cas, d'autres propriétés peuvent également être altérées.

2.5 Teneur en eau

Une valeur supérieure à celle spécifiée indique des conditions de fonctionnement anormales. Une action correctrice doit être apportée: faire circuler le liquide à travers un déshydrateur approprié et remplacer les desséchants dans les cartouches installées.

2.6 Tension de claquage

Une valeur réduite peut avoir pour origine soit la présence d'eau, soit une contamination par des particules. Il y a lieu d'envisager un traitement du liquide.

2.7 Résistivité en courant continu

Une valeur réduite suggère une contamination par l'eau ou par des impuretés solubles. Il y a lieu d'envisager un traitement du liquide.

2.8 Facteur de dissipation diélectrique

Une valeur élevée peut indiquer une dégradation du liquide silicone ou une contamination par l'eau ou d'autres impuretés. Il y a lieu d'envisager un traitement du liquide.

3. Fréquence d'examen du liquide silicone en service

Il n'est pas possible de déterminer une fréquence d'examen qui englobe toutes les conditions d'utilisation.

Pour les transformateurs à respiration naturelle, il convient d'effectuer un simple examen visuel tous les six mois pour s'assurer que les dispositifs de séchage restent efficaces. Si cette condition est remplie, la fréquence de vérification du liquide est suggérée tous les cinq ans.

Les transformateurs entièrement étanches exigent une vérification du liquide tous les cinq ans au plus.

2.3 *Kinematic viscosity*

The viscosity of silicone transformer liquid rarely changes even after long periods of service. A value outside the normal values given in Section Three of IEC Publication 836 indicates contamination by other substances or possibly severe and prolonged overheating.

2.4 *Flash-point - Fire-point*

Diminution of the flash-point or fire-point is normally due to contamination by other liquids. It may also occur as the result of severe degradation of the liquid, suggesting a fault in the transformer. In the latter case, other properties could also be affected.

2.5 *Water content*

A value above that specified indicates undesirable operating conditions and the need for corrective action, such as circulating the liquid through a suitable drier and replacing drying tubes where fitted.

2.6 *Breakdown voltage*

A reduced value may be due to the presence of water or to particulate contamination of the liquid. Remedial treatment of the liquid should be considered.

2.7 *D.C. resistivity*

A reduced value suggests contamination by water or soluble impurities. Remedial treatment of the liquid should be considered.

2.8 *Dielectric dissipation factor*

An increased value may well indicate degradation of the silicone liquid or contamination by water or other impurities. Remedial treatment of the liquid should be considered.

3. *Frequency of examination of silicone liquid in service*

It is not possible to specify a frequency of examination which meets all service conditions.

For air-breathing transformers, a simple visual inspection should be carried out at six-month intervals to ensure that drying devices are effective. When this condition is met, testing at five-year intervals is suggested.

Completely sealed transformers should not require testing of the liquid more frequently than every five years.

4. Prélèvement

Il convient d'effectuer le prélèvement en service normal ou le plus rapidement possible après la mise hors service, selon les procédés décrits à l'article 7 de la Publication 836 de la CEI. Il est impératif que toutes les précautions décrites soient respectées, afin d'éviter des résultats d'essais erronés et de refaire les essais.

Le liquide silicone pour transformateurs a une masse volumique relative inférieure à l'unité aux températures ambiante et de service. Il y a lieu d'effectuer les prises d'essai en bas de l'appareillage, là où le liquide est supposé être le plus pollué.

5. Procédures d'essai

5.1 Essais de crible sur site

Les essais sur site sont normalement limités à un examen visuel et à la mesure de la résistivité volumique et/ou de la tension de claquage.

5.2 Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire peuvent comprendre la plupart ou tous les essais décrits dans l'article 2 de la présente publication, ceux-ci permettant généralement d'identifier la cause de la dégradation ou l'origine de la contamination.

6. Classification des liquides silicones en service dans les transformateurs

En se fondant sur l'expérience industrielle actuelle, les liquides silicones peuvent être classés comme suit:

Groupe 1

Ce groupe comprend les liquides qui sont encore dans une condition satisfaisante pour un service continu. Les propriétés suivantes sont considérées comme satisfaisantes pour un matériel fonctionnant sous une tension inférieure ou égale à 35 kV:

- aspect clair, transparent
- tension de claquage > 30 kV
- résistivité en courant continu à température ambiante > $1 \times 10^{11} \Omega \cdot m$
- point de feu > 300 °C

Pour les transformateurs de volume réduit et forte contrainte (par exemple ceux de locomotives) des limites plus élevées peuvent être nécessaires, par exemple:

- tension de claquage > 45 kV
- résistivité en courant continu à température ambiante > $1 \times 10^{12} \Omega \cdot m$

Groupe 2

Ce groupe comprend les liquides exigeant un traitement pour retrouver les conditions permettant l'utilisation: tout liquide ne remplissant pas les conditions précédemment décrites.

4. Sampling

Sampling should be carried out during or as soon as possible after normal operation by the procedures described in Clause 7 of IEC Publication 836. It is imperative that all precautions described be adhered to in order to avoid erroneous test results and retesting.

Silicone transformer liquid has a relative density of less than unity at ambient and working temperatures. Samples should be taken from the bottom of the equipment as this represents the least favourable condition.

5. Testing procedures

5.1 Field screening tests

Field tests are usually limited to visual inspection and either volume resistivity and/or breakdown voltage.

5.2 Laboratory tests

Laboratory tests may include most or all of the tests listed in Clause 2 of this publication as these often enable the cause of degradation or the source of contamination to be recognized.

6. Classification of silicone transformer liquid in service

Based on current industrial experience, silicone liquids in service can be classified as follows:

Group 1

This group consists of liquids that are in satisfactory condition for continued use. The following properties are considered to be satisfactory for 35 kV or lower voltage transformers:

- appearance clear, colourless
- breakdown voltage > 30 kV
- d.c. resistivity at ambient temperature > $1 \times 10^{11} \Omega.m$
- fire-point > 300 °C

For compact high stress transformers (e.g. locomotives) higher limits may be needed, for example:

- breakdown voltage > 45 kV
- d.c. resistivity at ambient temperature > $1 \times 10^{12} \Omega.m$

Group 2

This group consists of liquids which require treatment to restore them to usable condition: any liquid not meeting the above parameters.

7. Traitement des liquides silicones pour transformateurs du groupe 2

Le reconditionnement peut s'effectuer par l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes, en utilisant un équipement en rapport avec la quantité de liquide à traiter.

7.1 *Traitement sous vide et filtration*

Le liquide silicone, préalablement chauffé à 60-80 °C, est soit vaporisé dans une chambre à vide, soit répandu en nappe sur deux chicaneaux afin de présenter un grand rapport surface-volume. La pression est aussi basse que possible; 0,1 kPa ou moins peut être atteint en pratique. Un filtre de dimension de pores de 5 à 10 µm est placé à la sortie de l'appareil.

7.2 *Tamis moléculaire et filtration*

Dans cette méthode, le liquide passe à travers un lit de tamis moléculaire parfaitement sec à température ambiante, puis à travers un filtre de dimension nominale de pores de 5-10 µm.

Note. - Si après ce reconditionnement le liquide ne peut être réutilisé, il convient qu'il soit éliminé comme décrit dans la Publication 836 de la CEI, Section un, article 5.

8. Accessoires de manipulation

Il convient que les précautions normalement prises pour les liquides diélectriques afin d'éviter toute contamination par l'eau, des atmosphères humides et des particules solides soient aussi respectées lors de la manipulation des liquides silicones pour transformateurs.

L'acier, le cuivre, l'aluminium, le laiton et le bronze ainsi qu'une grande variété de matériaux isolants solides conventionnels peuvent être mis en contact avec les liquides silicones pour transformateurs.

Il est recommandé que les élastomères siliconés ne soient pas utilisés avec des liquides silicones, à moins d'avoir montré qu'ils sont appropriés à l'utilisation.

Les pompes centrifuges et à engrenage à deux vitesses de fonctionnement sont recommandées lors de l'utilisation des liquides silicones. Les pompes ou autres appareils, dans lesquels des frottements acier doux sur acier doux ont lieu, ne peuvent être employés, bien que certains aciers trempés se soient montrés satisfaisants.

Avertissement:

De faibles quantités de liquide silicone peuvent provoquer un moussage important lorsqu'elles sont présentes dans de l'huile minérale. Afin d'éviter une telle contamination, l'utilisation du même matériel pour manipuler les liquides silicones et les huiles minérales n'est pas recommandée.

7. Treatment of silicone transformer liquid in Group 2

Reconditioning may be carried out by one of the two following methods, using equipment commensurate with the quantity of liquid to be processed.

7.1 Vacuum treatment and filtration

The silicone liquid, preferably heated to 60-80 °C, should be sprayed into a vacuum chamber, or poured over baffle plates to give a large surface area of liquid. The pressure should be as low as possible; 0.1 kPa or less is attainable in practice. A filter of 5-10 µm pore size should be placed on the exit side of the unit.

7.2 Molecular sieve and filtration

In this method the liquid is passed through a bed of thoroughly dried molecular sieve beads at ambient temperature, then passed through a filter of nominal 5-10 µm pore size.

Note. - If the material cannot be rendered usable after reconditioning it should be disposed of as described in IEC Publication 836, Section One, Clause 5.

8. Handling materials

Precautions normally taken with dielectric liquids to prevent contamination from water, damp atmospheres and solid particles should be applied when handling silicone transformer liquid.

Steel, copper, aluminium, brass and bronze as well as a wide variety of conventional solid insulating materials may be used in contact with silicone transformer liquids.

Unless shown to be suitable for the purpose, silicone elastomers should not be used with silicone liquids.

Centrifugal pumps and gear pumps in which both gears are driven are recommended for use with silicone liquid. Pumps and other devices in which mild steel slides on mild steel cannot be used, although some hardened steels have been found to be satisfactory.

Warning note:

Small quantities of silicone liquid can cause excessive foaming in mineral insulating oil. To avoid such contamination, the use of the same equipment to handle both silicone liquids and mineral oils should be avoided.

**Publications de la CTEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 10**

74 (1963)	Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes. Deuxième édition 1963 comprenant les modifications n° 1 (1973) et n° 2 (1974).
156 (1963)	Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.
247 (1973)	Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique et de la résistivité (en courant continu) des liquides isolants.
296 (1982)	Spécification des huiles minérales isolantes neuves pour transformateurs et appareillage de connexion.
376 (1971)	Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf.
376A (1973)	Premier complément: Section trois: Taux d'huile minérale.
376B (1974)	Deuxième complément: Article 26.
422 (1973)	Guide pour la maintenance et la surveillance des huiles isolantes en service.
465 (1974)	Diélectriques liquides neufs à base d'hydrocarbures autres que les huiles minérales pour transformateurs et appareillage de coupure.
465A (1977)	Premier complément.
474 (1974)	Méthode d'essai pour la stabilité à l'oxydation des huiles minérales inhibées.
475 (1974)	Méthode d'échantillonnage des diélectriques liquides.
480 (1974)	Guide relatif au contrôle de l'hexafluorure de soufre (SF ₆) prélevé sur le matériel électrique.
567 (1977)	Guide pour le prélèvement des gaz et de l'huile dans le matériel électrique rempli d'huile et pour l'analyse des gaz libres et dissous.
588: Askarel pour transformateurs et condensateurs.	
588-1 (1977)	Première partie: Généralités.
588-2 (1978)	Deuxième partie: Méthodes d'essai.
588-3 (1977)	Troisième partie: Spécifications pour askarels neufs.
588-4 (1979)	Quatrième partie: Guide pour la maintenance des askarels dans les transformateurs.
588-5 (1979)	Cinquième partie: Essai éliminatoire pour déterminer la compatibilité des matériaux avec les askarels pour transformateurs.
588-6 (1979)	Sixième partie: Essai éliminatoire pour déterminer les effets des matériaux sur les askarels pour condensateurs.
599 (1977)	Détermination de la teneur en hydrocarbures aromatiques des huiles isolantes minérales neuves.
599 (1978)	Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile, en service.
628 (1985)	Gassing des isolants liquides sous contrainte électrique et ionisation.
666 (1979)	Détection et dosage d'additifs antioxydants spécifiques présents dans les huiles isolantes.
733 (1982)	Dosage de l'eau dans les huiles isolantes, dans les papiers et cartons imprégnés d'huile.
813 (1985)	Méthode d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation des diélectriques liquides à base d'hydrocarbures.
814 (1985)	Dosage de l'eau dans les diélectriques liquides par titration coulométrique de Karl Fischer automatique.
867 (1986)	Spécifications pour isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures aromatiques de synthèse.
897 (1987)	Méthodes de détermination de la tension de claquage au choc de foudre des liquides isolants.
944 (1988)	Guide de maintenance des liquides silicones pour transformateurs.

Publication 944

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 10**

74 (1963)	Method for assessing the oxidation stability of insulating oils. Second edition 1963 incorporating Amendments No. 1 (1973) and No. 2 (1974).
156 (1963)	Method for the determination of the electric strength of insulating oils.
247 (1973)	Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor and d.c. resistivity of insulating liquids.
296 (1982)	Specification for unused mineral insulating oils for transformers and switchgear.
376 (1971)	Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride.
376A (1973)	First supplement: Section Three: Mineral oil content.
376B (1974)	Second supplement: Clause 26.
422 (1973)	Maintenance and supervision guide for insulating oils in service.
465 (1974)	New liquid hydrocarbon dielectrics (other than mineral transformer and switchgear oils).
465A (1977)	First supplement.
474 (1974)	Test method for oxidation stability of inhibited mineral insulating oils.
475 (1974)	Method of sampling liquid dielectrics.
480 (1974)	Guide to the checking of sulphur hexafluoride (SF ₆) taken from electrical equipment.
567 (1977)	Guide for the sampling of gases and oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases.
588: — Askarels for transformers and capacitors.	
588-1 (1977)	Part 1: General.
588-2 (1978)	Part 2: Test methods.
588-3 (1977)	Part 3: Specifications for new askarels.
588-4 (1979)	Part 4: Guide for maintenance of transformer askarels in equipment.
588-5 (1979)	Part 5: Screening test for compatibility of materials and transformer askarels.
588-6 (1979)	Part 6: Screening test for effects of materials on capacitor askarels.
599 (1977)	Determination of the aromatic hydrocarbon content of new mineral insulating oils.
599 (1978)	Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service.
628 (1985)	Gassing of insulating liquids under electrical stress and ionization.
666 (1979)	Detection and determination of specified antioxidant additives in insulating oils.
733 (1982)	Determination of water in insulating oils, and in oil-impregnated paper and pressboard.
813 (1985)	Test method for evaluating the oxidation stability of hydrocarbon insulating liquids.
814 (1985)	Determination of water in insulating liquids by automatic coulometric Karl Fischer titration.
867 (1986)	Specifications for unused insulating liquids based on synthetic aromatic hydrocarbons.
897 (1987)	Methods for the determination of the lightning impulse breakdown voltage of insulating liquids.
944 (1988)	Guide for the maintenance of silicone transformer liquids.