

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60944

Première édition
First edition
1988-09

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

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



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60944: 1988

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity 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 relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
60944**

Première édition
First edition
1988-09

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

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

© IEC 1988 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
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 ELECTROTECHNIQUE 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 ou 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)238

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)41	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 indiquent 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
Fire-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 > $1 \times 10^{11} \Omega.m$
- 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 > $1 \times 10^{12} \Omega.m$

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.