

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1203**

Première édition
First edition
1992-12

**Esters organiques de synthèse à usages
électriques – Guide de maintenance des
esters pour transformateurs dans
les matériels**

**Synthetic organic esters for electrical
purposes – Guide for maintenance of
transformer esters in equipment**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1203: 1992

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la C.E.I. est constamment revu 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 C.E.I. et en consultant les documents ci-dessous:

- Bulletin de la C.E.I.
- Annuaire de la C.E.I.
- Catalogue des publications de la C.E.I.
Publié annuellement

Terminologie

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la Publication 50 de la C.E.I.: 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 C.E.I., le lecteur consultera:

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

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

Publications de la C.E.I. 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 C.E.I. 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
1203**

Première édition
First edition
1992-12

**Esters organiques de synthèse à usages
électriques – Guide de maintenance des
esters pour transformateurs dans
les matériels**

**Synthetic organic esters for electrical
purposes – Guide for maintenance of
transformer esters in equipment**

© CEI 1992 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 pro-
cédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et
le microfilm, 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.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

H

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For prices, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Essais et leur signification	6
3.1 Couleur et aspect	8
3.2 Masse volumique	8
3.3 Viscosité cinématique	8
3.4 Point d'éclair - Point de feu	8
3.5 Teneur en eau	8
3.6 Indice de neutralisation	8
3.7 Tension de claquage	10
3.8 Résistivité en courant continu	10
3.9 Facteur de dissipation diélectrique	10
3.10 Diagnostic par l'analyse des gaz (CEI 567 et CEI 599)	10
4 Fréquence d'examen des esters liquides en service	10
5 Echantillonnage	10
6 Procédures d'essai	10
6.1 Essais de crible sur site	12
6.2 Essais en laboratoire	12
7 Classification des esters en service	12
8 Traitement des esters liquides du groupe 2	14
8.1 Traitement sous vide et filtration	14
8.2 Tamis moléculaire et filtration	14
9 Matériaux utilisés pour la maintenance des appareils	14

CONTENTS

	<i>Page</i>
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Tests and their significance	7
3.1 Colour and appearance	9
3.2 Density	9
3.3 Kinematic viscosity	9
3.4 Flash point - Fire point	9
3.5 Water content	9
3.6 Neutralization value	9
3.7 Breakdown voltage	11
3.8 D.C. resistivity	11
3.9 Dielectric dissipation factor	11
3.10 Diagnosis by gas analysis (IEC 567 and IEC 599)	11
4 Frequency of examination of liquids in service	11
5 Sampling	11
6 Testing procedures	11
6.1 Field screening tests	13
6.2 Laboratory tests	13
7 Classification of esters in service	13
8 Treatment of ester liquids in group 2	15
8.1 Vacuum treatment and filtration	15
8.2 Molecular sieve and filtration	15
9 Materials used for maintenance equipment	15

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

ESTERS ORGANIQUES DE SYNTHÈSE À USAGES ÉLECTRIQUES - GUIDE DE MAINTENANCE DES ESTERS POUR TRANSFORMATEURS DANS LES MATÉRIELS

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CEI 1203 a été établie par le comité d'études 10 de la CEI: Fluides pour applications électrotechniques.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
10(BC)240	10(BC)252

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SYNTHETIC ORGANIC ESTERS FOR ELECTRICAL PURPOSES -
GUIDE FOR MAINTENANCE OF TRANSFORMER
ESTERS IN EQUIPMENT**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

International Standard IEC 1203 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
10(CO)240	10(CO)252

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

ESTERS ORGANIQUES DE SYNTHÈSE À USAGES ÉLECTRIQUES - GUIDE DE MAINTENANCE DES ESTERS POUR TRANSFORMATEURS DANS LES MATÉRIELS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale est un guide de maintenance des esters organiques de synthèse, satisfaisant à l'origine aux exigences de la CEI 1099 et utilisés dans les transformateurs de tension de service inférieure ou égale à 35 kV. Elle est destinée aux utilisateurs pour évaluer la qualité du liquide en service dans les matériels et le maintenir dans des conditions permettant son utilisation en service.

Des méthodes de reconditionnement des esters pour transformateurs sont esquissées.

Cette norme s'applique seulement aux esters employés dans les matériels pour lesquels une prise d'échantillon de liquide est possible et n'ayant pas été remplis auparavant d'un autre liquide.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 567: 1992, *Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés pour l'analyse des gaz libres et dissous*

CEI 599: 1978, *Interprétation de l'analyse des gaz dans les transformateurs et autres matériels électriques remplis d'huile, en service*

CEI 1099: 1992, *Spécifications pour esters organiques de synthèse neufs à usages électriques*

3 Essais et leur signification

Plusieurs essais s'appliquant aux esters organiques de synthèse 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 9, «Méthodes d'essai», de la CEI 1099.

SYNTHETIC ORGANIC ESTERS FOR ELECTRICAL PURPOSES - GUIDE FOR MAINTENANCE OF TRANSFORMER ESTERS IN EQUIPMENT

1 Scope

This International Standard is a guide to the maintenance of synthetic organic esters, originally complying with the requirements of IEC 1099, in transformers with rated voltages up to 35 kV. It is intended to assist the equipment operator in assessing the quality of the liquid during use in the equipment and maintaining it in a serviceable condition.

Methods for reconditioning ester transformer liquid are outlined.

This standard deals only with ester liquid used in equipment where liquid sampling is practicable and which has not previously been filled with any other liquid.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 567: 1992, *Guide for the sampling of gases and of oil from oil-filled electrical equipment and for the analysis of free and dissolved gases*

IEC 599: 1978, *Interpretation of the analysis of gases in transformers and other oil-filled electrical equipment in service*

IEC 1099: 1992, *Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

3 Tests and their significance

There are several tests which can be applied to transformer synthetic organic esters to determine their suitability for further use or whether corrective action is necessary. The appropriate method of test is indicated by cross reference to clause 9, "Test methods", of IEC 1099.

<i>Propriété</i>	<i>Paragraphe de la CEI 1099</i>
Couleur et aspect	9.1/9.2
Masse volumique	9.3
Viscosité cinématique	9.4
Point d'éclair	9.5
Point de feu	9.6
Teneur en eau	9.10
Indice de neutralisation	9.11
Tension de claquage	9.13
Résistivité en courant continu	9.14
Facteur de dissipation diélectrique	9.14

3.1 *Couleur et aspect*

Le liquide doit être clair et sans contamination visible. La couleur ne doit pas être trop foncée et le liquide ne doit pas avoir une odeur âcre.

3.2 *Masse volumique*

Des variations de la masse volumique peuvent suggérer une contamination par d'autres liquides ou matériaux.

3.3 *Viscosité cinématique*

Des variations de la viscosité cinématique suggèrent une contamination par d'autres liquides ou encore une dégradation importante du liquide due à une surchauffe excessive et de longue durée.

3.4 *Point d'éclair - Point de feu*

Une diminution du point d'éclair ou du point de feu indique une contamination par d'autres liquides et/ou une dégradation du liquide. Une diminution importante du point de feu et du point d'éclair peut indiquer un défaut dans le transformateur. D'autres propriétés peuvent alors être modifiées.

3.5 *Teneur en eau*

Une valeur supérieure à celle spécifiée dans l'article 7 indique des conditions de fonctionnement anormales qui nécessitent une action correctrice telle que décrite à l'article 8.

3.6 *Indice de neutralisation*

L'augmentation de l'indice de neutralisation est le signe d'une décomposition par oxydation et/ou hydrolyse. Une valeur supérieure à celle spécifiée dans l'article 7 indique un état anormal du liquide, ce qui peut accélérer la dégradation de l'isolation solide.

<i>Property</i>	<i>Subclause of IEC 1099</i>
Colour and appearance	9.1/9.2
Density	9.3
Kinematic viscosity	9.4
Flash point	9.5
Fire point	9.6
Water content	9.10
Neutralization value	9.11
Breakdown voltage	9.13
D.C. resistivity	9.14
Dielectric dissipation factor	9.14

3.1 *Colour and appearance*

The liquid shall be clear without visible contamination. It shall not be excessively dark in colour and shall not have an acrid odour.

3.2 *Density*

Changes in density may suggest contamination with other liquids or materials.

3.3 *Kinematic viscosity*

Changes in viscosity suggest contamination with other liquids, or possibly serious degradation due to severe and prolonged overheating.

3.4 *Flash point - Fire point*

Diminution of the flash point or fire point indicates contamination with other liquids and/or liquid degradation. A significant reduction of the fire point and flash point could indicate a fault in the transformer. Other properties may also have changed.

3.5 *Water content*

A value above that specified in clause 7 indicates undesirable operating conditions which need corrective action, as outlined in clause 8.

3.6 *Neutralization value*

An increase in the neutralization value of an ester indicates deterioration by oxidation and/or hydrolysis. A value above that specified in clause 7 indicates an undesirable liquid condition which may accelerate solid insulation deterioration.

3.7 Tension de claquage

Des valeurs défavorables peuvent avoir pour origine soit la présence d'eau, soit une contamination par des particules ou bien une dégradation du liquide. Il convient d'envisager un traitement du liquide tel que décrit dans l'article 8.

3.8 Résistivité en courant continu

Une valeur réduite suggère une contamination par l'eau ou par d'autres impuretés solubles. Il convient alors d'envisager un traitement du liquide tel que décrit dans l'article 8.

3.9 Facteur de dissipation diélectrique

Une valeur élevée peut indiquer une dégradation de l'ester ou une contamination par l'eau ou d'autres impuretés. Il convient d'envisager un traitement du liquide.

3.10 Diagnostic par l'analyse des gaz (CEI 567 et CEI 599)

Les esters liquides produisent du gaz sous l'effet de la décomposition thermique due à des points chauds à haute température, d'arcs et de claquage sous contraintes électriques. Ces gaz sont de même nature que ceux produits par les huiles minérales isolantes (voir CEI 567 et CEI 599) mais actuellement on ne dispose pas d'informations permettant d'interpréter les résultats de ces analyses.

4 Fréquence d'examen des esters liquides en service

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

Lorsqu'il est possible de prélever des échantillons d'esters liquides, il est conseillé d'effectuer des analyses avant la mise sous tension, après douze mois, et ensuite tous les cinq ans. Des appareils fortement chargés ou dont la tension de service est supérieure à 35 kV peuvent nécessiter des contrôles plus fréquents.

Des contrôles plus fréquents sont également conseillés lorsque la valeur de l'une des propriétés est proche de la valeur limite recommandée pour un service continu ou, qu'une évolution rapide est notée.

5 Echantillonnage

Il convient d'effectuer l'échantillonnage pendant ou le plus rapidement possible après un fonctionnement normal, suivant les procédures décrites dans l'article 8 de la CEI 1099. Il est impératif que toutes les précautions décrites dans cette méthode soient respectées, afin d'éviter des résultats d'essais erronés et la répétition du procédé d'échantillonnage.

6 Procédures d'essai

En général un seul essai ne permet pas d'évaluer l'état d'un ester en service. L'évaluation de l'état d'un liquide doit de préférence reposer sur les valeurs de propriétés significatives, déterminées dans des laboratoires convenablement équipés. Cependant, des essais de crible sur site sont fréquemment utilisés.

3.7 Breakdown voltage

An unsatisfactory value may be due to the presence of water or particulate contamination, or degradation of the liquid. Remedial treatment of the liquid as described in clause 8 should be considered.

3.8 D.C. resistivity

A reduced value suggests contamination with water or with other soluble impurities. Treatment of the liquid as described in clause 8 should be considered.

3.9 Dielectric dissipation factor

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

3.10 Diagnosis by gas analysis (IEC 567 and IEC 599)

Ester liquids will produce a mixture of gases on thermal decomposition due to high temperature hot spots, arcing and breakdown under electrical stress conditions. These will be similar to those produced from mineral oil (see IEC 567 and IEC 599) but no information is as yet available to allow interpretation of gas analysis data.

4 Frequency of examination of liquids in service

It is not possible to specify a frequency of examination which will meet all equipment designs and operating conditions.

Where practicable, samples of ester should be taken and analyzed before energizing, after twelve months, and thereafter at five year intervals. Heavily loaded and higher voltage units, with rated voltage greater than 35 kV, may require more frequent testing.

Increased frequency is also advisable where any of the significant properties approaches the limit recommended for continued service or shows an increased rate of change.

5 Sampling

Sampling should be carried out during or as soon as possible after normal operation by the procedures described in clause 8 of IEC 1099. It is imperative that all precautions described in the method are adhered to, in order to avoid erroneous test results and retesting.

6 Testing procedures

In general, no one test can be used as the sole criterion of the condition of an ester in service. Evaluation of the condition of a liquid should preferably be based upon the value of significant characteristics as determined in adequately equipped laboratories. However, field screening tests are widely used.

6.1 Essais de crible sur site

Les essais de crible sur site sont habituellement utilisés pour déterminer quels échantillons nécessitent un examen de laboratoire.

Les essais sur site sont généralement limités à l'inspection visuelle et à la mesure de la tension de claquage.

Cependant des appareils portatifs sont disponibles pour effectuer sur le site les mesures de résistivité en courant continu, du facteur de dissipation diélectrique, de l'indice de neutralisation et de la teneur en eau.

6.2 Essais en laboratoire

Ils peuvent comprendre la plupart ou tous les essais décrits à l'article 3. ceux-ci permettent généralement d'identifier la cause d'une dégradation ou l'origine d'une contamination.

7 Classification des esters en service

En se fondant sur l'expérience industrielle, les esters en service peuvent être classés comme suit:

GRUPE 1

Ce groupe comprend les liquides dont l'état est satisfaisant pour un service continu. Les valeurs des propriétés suivantes sont jugées satisfaisantes pour des tensions inférieures ou égales à 35 kV.

- Aspect	clair
- Teneur en eau	≤ 400 mg/kg
- Indice de neutralisation	≤ 2,0 mg KOH/g
- Tension de claquage	> 30 kV
- Facteur de dissipation diélectrique, à température ambiante	≤ 0,01
- Résistivité en courant continu à température ambiante	≥ 6 G Ω.m
- Point de feu	> 300 °C

GRUPE 2

Ce groupe comprend les liquides dont l'état nécessite un reconditionnement mineur, afin d'assurer un service ultérieur. L'aspect du liquide est alors trouble ou souillé, la teneur en eau est élevée et la tension de claquage faible. Le traitement convenable est décrit dans l'article 8. Il faut qu'il améliore d'une manière significative l'état de l'ester dont la teneur en eau et les valeurs de la tension de claquage devraient alors être voisines de celles recommandées par le fabricant lors de la réception de l'appareil.

6.1 *Field screening tests*

Field screening tests are usually made to determine which samples require laboratory investigation.

Field tests are usually limited to visual inspection and breakdown voltage.

However, portable instruments are available that can be used for field measurements of d.c. resistivity, dielectric dissipation factor, neutralization value and water content.

6.2 *Laboratory tests*

These include most or all of the tests listed in clause 3 as these often enable the cause of degradation or source of contamination to be recognized.

7 **Classification of esters in service**

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

GROUP 1

This group includes liquids that are in satisfactory condition for continued use. The values of the following properties are considered to be satisfactory for 35 kV or lower voltage equipment.

- | | |
|--|----------------|
| - Appearance | clear |
| - Water content | ≤ 400 mg/kg |
| - Neutralization value | ≤ 2,0 mg KOH/g |
| - Breakdown voltage | > 30 kV |
| - Dielectric dissipation factor,
at ambient temperature | ≤ 0,01 |
| - D.C. resistivity at ambient temperature | ≥ 6 G Ω.m |
| - Fire point | > 300 °C |

GROUP 2

This group includes liquids which require only minor reconditioning for further service. This will be indicated by a cloudy or dirty appearance, higher moisture content and lower breakdown voltage. The appropriate treatment is outlined in clause 8. Treatment should result in a significant improvement of the condition of the ester with values for breakdown voltage and water content tending to approach those indicated by the manufacturer at commissioning.

GRUPE 3

Ce groupe comprend les liquides dont l'état est tel qu'ils ne peuvent être traités par les méthodes décrites dans l'article 8. Il convient de renvoyer de tels esters au fournisseur ou de les éliminer suivant la législation locale.

8 Traitement des esters liquides du groupe 2

Le reconditionnement peut être effectué par l'une ou l'autre des deux méthodes suivantes en utilisant un appareil correspondant à la quantité de liquide à traiter.

8.1 *Traitement sous vide et filtration*

L'ester liquide, de préférence chauffé de 60 °C à 80 °C, doit être soit vaporisé dans une chambre sous vide, ou s'écouler sur des déflecteurs afin de présenter un grand rapport surface-volume. La pression doit être aussi basse que possible, 0,1 kPa ou moins suivant ce que l'on peut atteindre en pratique. Un filtre de dimension de pores de 5 µm à 10 µm doit être placé à la sortie de l'appareil.

8.2 *Tamis moléculaire et filtration*

L'ester liquide doit passer, à température ambiante, à travers un lit de tamis moléculaire parfaitement sec, puis être filtré avec une grandeur nominale de pores de 5 µm à 10 µm.

NOTE - Si après ce reconditionnement, le liquide ne peut être réutilisé, il convient qu'il soit éliminé suivant la procédure décrite dans l'article 6 de la CEI 1099.

9 Matériaux utilisés pour la maintenance des appareils

Les précautions normalement prises pour les isolants liquides afin d'éviter toute contamination par l'eau, l'humidité extérieure et les particules solides doivent être aussi prises lors de la manipulation des esters liquides pour transformateurs.

La plupart des matériaux utilisés pour les huiles minérales isolantes conviennent pour les esters organiques liquides. Quelques exceptions existent pour les polymères et les élastomères. Dans le doute, il convient de consulter le fournisseur du liquide pour obtenir de plus amples informations.

GROUP 3

This group includes liquids which cannot be restored to a satisfactory condition by the methods outlined in clause 8. Such esters should be returned to the supplier or disposed of in accordance with local regulations.

8 Treatment of ester liquids in group 2

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

8.1 *Vacuum treatment and filtration*

The ester liquid, preferably heated at 60 °C to 80 °C, shall be passed into a vacuum chamber by spraying or by flow over baffle plates to give a large surface area of liquid. The pressure shall be as low as possible, 0,1 kPa or less as attainable in practice. A filter of 5 µm to 10 µm pore size shall be placed on the exit side of the unit.

8.2 *Molecular sieve and filtration*

The ester liquid shall be passed through a bed of dried molecular sieve beads at ambient temperature, and then, filtered at 5 µm to 10 µm nominal pore size.

NOTE - If the material cannot be rendered usable after reconditioning it should be disposed of as described in clause 8 of IEC 1098.

9 Materials used for maintenance equipment

Precautions normally taken with dielectric liquids to prevent contamination from water, high humidity and solid particles shall be applied when handling ester transformer liquid.

Most of the common materials used with mineral oil are suitable for use with organic ester liquids. Exceptions may be found among plastics and elastomers. If in doubt the liquid supplier should be contacted for further information.

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Études n° 10**

74 (1963)	Méthode pour évaluer la stabilité à l'oxydation des huiles isolantes. Modifications n° 1 (1973) et n° 2 (1974).
156 (1963)	Méthode pour la détermination de la rigidité électrique des huiles isolantes.
247 (1978)	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. Modification n° 1 (1986).
376 (1971)	Spécifications et réception de l'hexafluorure de soufre neuf.
376A (1973)	Premier complément: Section treize: Taux d'huile minérale.
376B (1974)	Deuxième complément: Article 26.
422 (1989)	Guide de maintenances et de surveillance des huiles minérales isolantes en service dans les matériels électriques.
465 (1988)	Spécification pour huiles minérales isolantes neuves pour câbles à circulation d'huile.
474 (1974)	Méthode d'essai pour la stabilité à l'oxydation des huiles minérales isolantes 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 (1992)	Guide d'échantillonnage de gaz et d'huile dans les matériels électriques immergés, 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 askarelle neuve.
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.
590 (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 contraintes 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.

(Suite)

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

74 (1963)	Method for assessing the oxidation stability of insulating oils. Amendments No. 1 (1973) and No. 2 (1974).
156 (1963)	Method for the determination of the electric strength of insulating oils.
247 (1978)	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. Amendment No. 1 (1986).
376 (1971)	Specification and acceptance of new sulphur hexafluoride.
376A (1973)	First supplement: Section Thirteen: Mineral oil content.
376B (1974)	Second supplement: Clause 26.
422 (1989)	Supervision and maintenance guide for mineral insulating oils in electrical equipment.
465 (1988)	Specification for unused insulating mineral oils for cables with oil ducts.
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 (1992)	Guide for the sampling of gases and of 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.
590 (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 anti-oxidant 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.

(Continued)

**Publications de la CEI préparées
par le Comité d'Etudes n° 10 (Suite)**

814 (1985)	dosage de l'eau dans les diélectriques liquides par titration coulométrique de Karl Fischer automatique.
836 (1988)	Spécifications pour liquides silicones pour usages électriques.
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.
962 (1988)	Guide de maintenance et d'emploi des huiles lubrifiantes de pétrole pour turbines à vapeur.
963 (1988)	Spécification pour polybutènes neufs.
970 (1989)	Méthodes de détermination du nombre et de la taille des particules dans les isolants liquides.
978 (1989)	Guide de maintenance et d'emploi des fluides de régulation esters phosphates de triaryle pour turbine.
997 (1989)	Détermination des polychlorobiphényles (PCB) dans les huiles minérales isolantes par chromatographie en phase gazeuse (CPG) sur colonnes remplies.
1039 (1990)	Classification générale des isolants liquides.
1065 (1991)	Méthode d'évaluation des propriétés d'écoulement à basse température des huiles minérales isolantes après vieillissement.
1099 (1992)	Spécifications pour esters organiques de synthèse à usages électriques.
1100 (1992)	Classification des isolants liquides selon le point de feu et le pouvoir calorifique inférieur.
1125 (1992)	Isolants liquides neufs à base d'hydrocarbures - Méthodes d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation.
1203 (1992)	Esters organiques de synthèse à usages électriques - Guide de maintenance des esters pour transformateurs dans les matériels.

**IEC publications prepared
by Technical Committee No. 10 (Continued)**

814 (1985)	Determination of water in insulating liquids by automatic coulometric Karl Fischer titration.
836 (1988)	Specifications for silicone liquids for electrical purposes.
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.
962 (1988)	Maintenance and use guide for petroleum lubricating oils for steam turbines.
963 (1988)	Specification for unused polybutenes.
970 (1989)	Methods for counting and sizing particles in insulating liquids.
978 (1989)	Maintenance and use guide for triaryl phosphates ester turbine control fluids.
997 (1989)	Determination of polychlorinated biphenyls (PCBs) in mineral insulating oils by packed column gas chromatography (GC).
1039 (1990)	General classification of insulating liquids.
1065 (1991)	Method for evaluating the low temperature flow properties of mineral insulating oils after ageing.
1099 (1992)	Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes.
1100 (1992)	Classification of insulating liquids according to fire-point and net calorific value.
1125 (1992)	Unused hydrocarbon-based insulating liquids - Test methods for evaluating the oxidation stability.
1203 (1992)	Synthetic organic esters for electrical purposes - Guide for maintenance of transformer esters in equipment.

Publication 1203

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND