IEC 61203

Edition 2.0 2025-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Synthetic organic esters – Guidelines for maintenance and use in electrical equipment

Esters organiques synthétiques – Lignes directrices pour la maintenance et l'utilisation dans les matériels électriques

ICS 29.040.10, 29.180

ISBN 978-2-8327-0396-0

IEC 61203:2025-05(en-fr)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2025 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, …). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, …). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 9
4 Categories of equipment 9
5 In-service synthetic ester diagnostic tests 10
6 Evaluation of synthetic esters in new equipment 11
7 Evaluation of synthetic esters in equipment in service 12
7.1 General 12
7.2 Frequency of examination 12
7.3 Testing procedures 13
7.3.1 Field tests 13
7.3.2 Laboratory tests 14
7.4 Classification of in-service synthetic esters 14
8 General requirements for corrective actions 19
9 Interpretation of results 19
9.1 Water content 19
9.2 Colour and appearance 19
9.3 Breakdown voltage (BDV) 20
9.4 Viscosity 20
9.5 Acidity 20
9.6 Dielectric dissipation factor (DDF) and resistivity 21
9.7 Fire point 21
9.8 Interfacial tension (IFT) 21
9.9 Density 21
9.10 Pour point 22
9.11 Additives 22
9.12 Particle (identification, counting and sizing) 22
9.13 Compatibility and miscibility of synthetic esters 23
9.14 Oxidation stability 24
9.15 Refractive index 24
9.16 Potentially corrosive sulfur 24
10 Sampling of synthetic esters from equipment 24
Annex A (informative) Water and synthetic esters 25
A.1 General 25
A.2 Water content 25
A.2.1 General 25
A.2.2 Water in synthetic esters 25
A.3 Moisture equilibrium between liquid and solid insulation 27
Annex B (informative) Replacement and treatments of synthetic esters in transformers 30
B.1 Transformer retrofilling with synthetic esters 30
B.2 Reconditioning and reclaiming 31
B.2.1 General 31
B.2.2 Reconditioning 31

B.2.3 Reclaiming 31
Annex C (informative) Use of synthetic esters with tap-changers (OLTCs) 32
Annex D (informative) Materials compatibility 33
Bibliography 34

Figure A.1 – Saturation curves for various liquids vs temperature 27
Figure A.2 – Moisture equilibrium values between liquids and solid insulation at 50 °C [7] 28
Figure A.3 – Comparison of moisture equilibrium curves for new cellulose paper impregnated with different electroinsulating liquids at various temperatures [7] 29

Table 1 – Categories of equipment 10
Table 2 – Diagnostic tests for in-service synthetic esters 10
Table 3 – Recommended limits for synthetic esters properties after filling in new electrical equipment prior to first energization 12
Table 4 – Recommended frequency of testing[a] 13
Table 5 – Recommended limits for in-service synthetic esters in transformers 15
Table 6 – Miscibility of synthetic esters 24
Table A.1 – Typical values for A and B for different insulating liquids [7] 26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

SYNTHETIC ORGANIC ESTERS – GUIDELINES FOR MAINTENANCE AND USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT –

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as “IEC Publication(s)”). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at https://patents.iec.ch. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61203 has been prepared by IEC technical committee 10: Fluids for electrotechnical applications. It is an International Standard.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1992. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

a) Expanded list of Normative references.
b) Fluid tests split into routine tests, complimentary tests and special investigative tests.
c) Equipment which can be affected by this document are now grouped in categories for easier application of the monitoring Table 5.
d) Table 2 (new) lists the in-service fluid tests and methods, which will be mentioned in this document.

e) Table 3 (new) lists the suggested test requirements for synthetic esters after filling in new equipment.

f) Table 4 (new) gives advice on the recommended frequency of testing.

g) Table 5 (new) is much more detailed as to the recommended action limits for each type of equipment and advice for the type of follow-up actions required.

h) Clause 9 (new) goes into detail describing each of the recommended tests.

i) Annex A (new) give information about the interaction of moisture and synthetic esters.

j) Annex B (new) gives information about retrofilling mineral oil transformers, reconditioning and reclaiming of synthetic esters.

k) Annex C (new) gives information about the use of synthetic esters in tap-changers.

l) Annex D (new) gives information on materials compatibility with synthetic esters.

m) Expanded Bibliography.

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

Draft	Report on voting
10/1259/FDIS	10/1265/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

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

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

INTRODUCTION

Synthetic esters are increasingly being used in transformers and electrical equipment employed in electrical power generation, transmission, distribution and industrial applications.

Synthetic esters are used in transformers over a wide range of voltage classes. These can be sealed or free breathing. Synthetic esters should only be used in transformers where the internal insulation system has been designed to run with these liquids, given the different electrical performance of synthetic ester as compared to mineral oil. Retrofilling mixtures are not covered in the normative part of this document. See Annex B for more information. When in doubt, contact the transformer or liquid manufacturer for more information.

Monitoring and maintaining liquid quality is essential to ensure the reliable operation of synthetic ester filled electrical equipment. Codes of practice for this purpose have been established by electrical power authorities, power companies and industries in many countries. A review of current experience reveals a wide variation of procedures and criteria. It is possible, however, to compare the value and significance of standardized liquid tests and to recommend uniform criteria for the evaluation of test data.

If a certain amount of liquid deterioration (by degradation or contamination) is exceeded, there is inevitably some erosion of safety margin and the question of the risk of premature failure should be considered. While the quantification of the risk can be very difficult, a first step involves the identification of potential effects of increased deterioration. The underlying philosophy of this document is to provide users with as broad a base of understanding of liquid quality deterioration as is available, so that they can make informed decisions on inspection and maintenance practices.

Synthetic esters are, by most regulations, deemed to be regulated or controlled (or both) waste. If spills occur, these can be subject to regulatory requirements with regard to their specific location.

This document, while technically sound, is mainly intended to serve as a common basis for the preparation of more specific and complete codes of practice by users in the light of local circumstances. Sound engineering judgement needs to be exerted in seeking the best compromise between technical requirements and economic factors.

Although there is significant experience going back more than 40 years, that experience has been mostly limited to the use of synthetic esters at distribution voltages, typically up to 72,5 kV. Experience in large power transformers is increasing but is currently limited to a smaller number of recently installed units. While the collection of operating data allows for the development of this document, care is important when applying the recommended values in particular at voltages at or above 72,5 kV.

WARNING – Health and safety

This document does not purport to address all the safety problems associated with its use. It is the responsibility of the user of this document to establish appropriate health and safety practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.

The synthetic esters which are the subject of this document can be subject to regulatory requirements and requirements in supplier’s safety data sheets.

WARNING – Environment

This document is applicable to synthetic esters, chemicals and used sample containers. The disposal of these items can be subject to regulatory requirements with regard to their impact on the environment.

SYNTHETIC ORGANIC ESTERS – GUIDELINES FOR MAINTENANCE AND USE IN ELECTRICAL EQUIPMENT –

1 Scope

This document provides procedures and supervision for the use and maintenance of synthetic esters in transformers and other electrical equipment.

This document is applicable to synthetic esters, originally supplied conforming to IEC 61099 and other applicable standards in transformers, switchgear and electrical apparatus where liquid sampling is practical and where the normal operating conditions specified in the equipment specifications apply.

This document is also intended to assist the power equipment operator in evaluating the condition of the synthetic ester and in maintaining it in a serviceable condition. It also provides a common basis for the preparation of more specific and complete local codes of practice.

This document includes recommendations on tests and evaluation procedures and outlines methods for reconditioning and reclaiming the liquid, when necessary.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60156, *Insulating liquids – Determination of the breakdown voltage at power frequency – Test method*

IEC 60247, *Insulating liquids – Measurement of relative permittivity, dielectric dissipation factor (tan δ) and d.c. resistivity*

IEC 60475, *Method of sampling insulating liquids*

IEC 60666, *Detection and determination of specified additives in mineral insulating oils*

IEC 60814, *Insulating liquids – Oil-impregnated paper and pressboard – Determination of water by automatic coulometric Karl Fischer titration*

IEC 60970, *Insulating liquids – Methods for counting and sizing particles*

IEC 61099, *Insulating liquids – Specifications for unused synthetic organic esters for electrical purposes*

IEC 61125, *Insulating liquids – Test methods for oxidation stability – Test method for evaluating the oxidation stability of insulating liquids in the delivered state*

IEC 62021-3, *Insulating liquids – Determination of acidity – Part 3: Test methods for non-mineral insulating oils*

IEC 62535, *Insulating liquids – Test method for detection of potentially corrosive sulphur in used and unused insulating oil*

IEC 62961, *Insulating liquids – Test methods for the determination of interfacial tension of insulating liquids – Determination with the ring method*

ISO 2049, *Petroleum products – Determination of colour (ASTM scale)*

ISO 2211, *Liquid chemical products – Measurement of colour in Hazen units (platinum-cobalt scale)*

ISO 2592, *Petroleum and related products – Determination of flash and fire points – Cleveland open cup method*

ISO 3016, *Petroleum and related products from natural or synthetic sources – Determination of pour point*

ISO 3104, *Petroleum products – Transparent and opaque liquids – Determination of kinematic viscosity and calculation of dynamic viscosity*

ISO 3675, *Crude petroleum and liquid petroleum products – Laboratory determination of density – Hydrometer method*

ISO 4406, *Hydraulic liquid power – Liquids – Method for coding the level of contamination by solid particles*

ISO 5661, *Petroleum products – Hydrocarbon liquids – Determination of refractive index*

ISO 12185, *Crude petroleum, petroleum products and related products – Determination of density – Laboratory density meter with an oscillating U-tube sensor*

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester*

ASTM D97, *Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products*

ASTM D1275, *Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Liquids*

ASTM D1500, *Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale)*

ASTM D5950, *Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products (Automatic Tilt Method)*

ASTM D6922, *Standard Test Method for Determination of Homogeneity and Miscibility in Automotive Engine Oils*

ASTM D7042, *Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)*

ASTM D7155, *Standard Practice for Evaluating Compatibility of Mixtures of Turbine Lubricating Oils*

ASTM D7752, *Standard Practice for Evaluating Compatibility of Mixtures of Hydraulic Liquids*

DIN 51353, *Testing of insulating oils – Detection of corrosive sulphur – Silver strip test*

DIN 51423-1, *Testing of mineral oils – Part 1: Measurement of the relative refractive index with the precision refractometer*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 38
INTRODUCTION 40
1 Domaine d'application 42
2 Références normatives 42
3 Termes et définitions 44
4 Catégories de matériels 44
5 Essais de diagnostic de l'ester synthétique en service 45
6 Évaluation des esters synthétiques dans les matériels neufs 46
7 Évaluation des esters synthétiques dans le matériel en service 47
7.1 Généralités 47
7.2 Fréquence d'examen 48
7.3 Procédures d'essai 49
7.3.1 Essais sur site 49
7.3.2 Essais en laboratoire 49
7.4 Classification des esters synthétiques en service 49
8 Exigences générales pour les actions correctives 57
9 Interprétation des résultats 57
9.1 Teneur en eau 57
9.2 Couleur et aspect 57
9.3 Tension de claquage (BDV) 58
9.4 Viscosité 58
9.5 Acidité 58
9.6 Facteur de dissipation diélectrique (FDD) et résistivité 59
9.7 Point de feu 59
9.8 Tension interfaciale (TIF) 59
9.9 Masse volumique 60
9.10 Point d'écoulement 60
9.11 Additifs 60
9.12 Particules (identification, détermination du nombre et de la taille) 60
9.13 Compatibilité et miscibilité des esters synthétiques 61
9.14 Stabilité à l'oxydation 62
9.15 Indice de réfraction 62
9.16 Soufre potentiellement corrosif 63
10 Échantillonnage des esters synthétiques du matériel 63
Annexe A (informative) Eau et esters synthétiques 64
A.1 Généralités 64
A.2 Teneur en eau 64
A.2.1 Généralités 64
A.2.2 Eau dans les esters synthétiques 64
A.3 Équilibre de l'humidité entre l'isolant liquide et l'isolant solide 67
Annexe B (informative) Remplacement et traitements des esters synthétiques dans les transformateurs 69
B.1 Rétrofilling des transformateurs avec des esters synthétiques 69
B.2 Retraitement et régénération 70
B.2.1 Généralités 70
B.2.2 Reconditionnement 71

B.2.3 Régénération 71
Annexe C (informative) Utilisation d'esters synthétiques avec des changeurs de prise (OLTC) 72
Annexe D (informative) Compatibilité des matériaux 74
Bibliographie 75

Figure A.1 – Courbes de saturation de différents liquides en fonction de la température 66
Figure A.2 – Valeurs d'équilibre de l'humidité entre les liquides et l'isolant solide à 50 °C [7] 67
Figure A.3 – Comparaison des courbes d'équilibre de l'humidité pour un papier cellulosique neuf imprégné de différents liquides électro-isolants à différentes températures [7] 68

Tableau 1 – Catégories de matériels 45
Tableau 2 – Essais de diagnostic pour les esters synthétiques en service 46
Tableau 3 – Limites recommandées pour les propriétés des esters synthétiques après remplissage de matériels électriques neufs avant leur première mise sous tension 47
Tableau 4 – Fréquences d'essais recommandées[a] 49
Tableau 5 – Limites recommandées pour les esters synthétiques en service dans les transformateurs 51
Tableau 6 – Miscibilité des esters synthétiques 62
Tableau A.1 – Valeurs types de A et B pour différents liquides isolants [7] 66

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

ESTERS ORGANIQUES SYNTHÉTIQUES – LIGNES DIRECTRICES POUR LA MAINTENANCE ET L'UTILISATION DANS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 61203 a été établie par le comité d'études 10 de l'IEC: Fluides pour applications électrotechniques. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1992. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) liste étendue de références normatives;
b) les essais des liquides sont divisés en essais individuels de série, essais complémentaires et essais d'investigation spéciaux;
c) les matériels qui peuvent être concernés par le présent document sont désormais regroupés en catégories pour faciliter l'application de la surveillance (Tableau 5);
d) le Tableau 2 (nouveau) répertorie les essais et méthodes pour les liquides en service qui sont mentionnés dans le présent document;
e) le Tableau 3 (nouveau) répertorie les exigences d'essai suggérées pour les esters synthétiques après remplissage de matériels neufs;
f) le Tableau 4 (nouveau) fournit des conseils quant à la fréquence d'essais recommandée;
g) le Tableau 5 (nouveau) est beaucoup plus détaillé en ce qui concerne les limites d'action recommandées pour chaque type de matériel et les conseils relatifs au type d'actions de suivi exigées;
h) l'Article 9 (nouveau) décrit en détail chacun des essais recommandés;
i) l'Annexe A (nouvelle) fournit des informations sur l'interaction entre l'humidité et les esters synthétiques;
j) l'Annexe B (nouvelle) fournit des informations sur le rétrofilling des transformateurs avec de l'huile minérale, le reconditionnement et la régénération des esters synthétiques;
k) l'Annexe C (nouvelle) fournit des informations sur l'utilisation des esters synthétiques dans les changeurs de prises;
l) l'Annexe D (nouvelle) fournit des informations sur la compatibilité des matériaux avec les esters synthétiques;
m) bibliographie étendue.

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

Projet	Rapport de vote
10/1259/FDIS	10/1265/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

INTRODUCTION

Les esters synthétiques sont de plus en plus utilisés dans les transformateurs et les matériels électriques utilisés dans le cadre de la production, du transport et de la distribution d'énergie électrique et dans les applications industrielles.

Les esters synthétiques sont utilisés dans les transformateurs sur une large plage de classes de tension. Ceux-ci peuvent être scellés ou à respiration libre. Il convient de n'utiliser les esters synthétiques que dans des transformateurs dont le système d'isolation interne a été conçu pour fonctionner avec ces liquides, étant donné les performances électriques différentes de l'ester synthétique par rapport à l'huile minérale. Les mélanges pour rétrofilling ne sont pas couverts par la partie normative du présent document. Voir l'Annexe B pour plus d'informations. En cas de doute, contacter le fabricant du transformateur ou du liquide pour obtenir plus d'informations.

La surveillance et l'entretien de la qualité des liquides sont essentiels pour assurer le bon fonctionnement des matériels électriques immergés dans l'ester synthétique. À cette fin, des recueils d'instructions ont été établis par les autorités responsables de l'alimentation en électricité, les sociétés de distribution d'électricité et les industries dans de nombreux pays. L'examen de l'expérience actuelle révèle une grande diversité dans les procédures et les critères. Cependant, il est possible de comparer la valeur et la signification des essais normalisés concernant les liquides et de recommander des critères uniformes pour l'évaluation des données d'essai.

Lorsqu'un certain niveau de détérioration du liquide (par dégradation ou par contamination) est dépassé, la marge de sécurité est inévitablement réduite et il convient de se poser la question du risque de défaillance. Même si l'évaluation de ce risque peut s'avérer très difficile, une première étape consiste à identifier les effets potentiels d'une dégradation accrue. La philosophie sous-jacente au présent document est de fournir aux utilisateurs des bases aussi larges que possible pour comprendre pourquoi la qualité des liquides se dégrade, afin qu'ils puissent prendre des décisions éclairées quant aux procédures d'examen et de maintenance.

Les esters synthétiques sont, selon la plupart des réglementations, considérés comme des déchets réglementés, contrôlés, ou les deux. Si des déversements se produisent, ils peuvent être soumis à des exigences réglementaires en fonction de leur emplacement spécifique.

Le présent document, quoique techniquement valide, a été établi principalement pour servir de base commune à l'élaboration par les utilisateurs de codes de pratique plus complets et plus spécifiques, en tenant compte des circonstances locales. Il est nécessaire d'établir des avis techniques sérieux pour définir le meilleur compromis entre les exigences techniques et les facteurs économiques.

Même s'il existe une expérience considérable qui remonte à plus de 40 ans, cette expérience s'est principalement limitée à l'utilisation d'esters synthétiques aux tensions de distribution, généralement jusqu'à 72,5 kV. L'expérience dans le domaine des transformateurs de grande puissance augmente, mais se limite actuellement à un petit nombre d'unités récemment installées. Tandis que la collecte de données de fonctionnement permet l'élaboration du présent document, il est important de prendre des précautions lors de l'application des valeurs recommandées, en particulier pour les tensions supérieures ou égales à 72,5 kV.

AVERTISSEMENT – Hygiène et sécurité

Le présent document ne prétend pas couvrir tous les problèmes de sécurité liés à son utilisation. Il incombe à l'utilisateur du présent document d'établir, avant de l'utiliser, des pratiques d'hygiène et de sécurité appropriées et de déterminer l'applicabilité des restrictions réglementaires.

Les esters synthétiques qui font l'objet du présent document peuvent être soumis à des exigences réglementaires et à des exigences qui figurent dans les fiches de données de sécurité du fournisseur.

AVERTISSEMENT – Environnement

Le présent document s'applique aux esters synthétiques, aux produits chimiques et aux conteneurs d'échantillons usagés. L'élimination de ces éléments peut être soumise à des exigences réglementaires afin de réduire leur impact sur l'environnement.

ESTERS ORGANIQUES SYNTHÉTIQUES – LIGNES DIRECTRICES POUR LA MAINTENANCE ET L'UTILISATION DANS LES MATÉRIELS ÉLECTRIQUES

1 Domaine d'application

Le présent document décrit les procédures et la surveillance pour l'utilisation et la maintenance des esters synthétiques dans les transformateurs et d'autres matériels électriques.

Le présent document s'applique aux esters synthétiques qui satisfont à l'origine aux exigences de l'IEC 61099 et d'autres normes applicables et qui sont présents dans les transformateurs, appareillages de connexion et appareils électriques pour lesquels le prélèvement d'échantillons de liquide est possible et auxquels les conditions normales de fonctionnement prévues dans les spécifications du matériel s'appliquent.

Le présent document est également destiné à d'aider l'opérateur du matériel électrique à évaluer l'état de l'ester synthétique et à le maintenir en état d'être utilisé. Il fournit également une base commune à l'élaboration de codes de pratique locaux plus complets et plus spécifiques.

Le présent document inclut des recommandations sur les essais et les procédures d'évaluation et indique des procédés de retraitement et de régénération du liquide, si nécessaire.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60156, *Isolants liquides – Détermination de la tension de claquage à fréquence industrielle – Méthode d'essai*

IEC 60247, *Liquides isolants – Mesure de la permittivité relative, du facteur de dissipation diélectrique (tan δ) et de la résistivité en courant continu*

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

IEC 60666, *Détection et dosage d'additifs spécifiques présents dans les huiles minérales isolantes*

IEC 60814, *Isolants liquides – Cartons et papiers imprégnés d'huile – Détermination de la teneur en eau par titrage coulométrique de Karl Fischer automatique*

IEC 60970, *Isolants liquides – Méthodes de détermination du nombre et de la taille des particules*

IEC 61099, *Liquides isolants – Spécifications relatives aux esters organiques de synthèse neufs destinés aux matériels électriques*

IEC 61125, *Isolants liquides – Méthodes d'essai de la stabilité à l'oxydation – Méthode d'essai pour évaluer la stabilité à l'oxydation des isolants liquides tels que livrés*

IEC 62021-3, *Liquides isolants – Détermination de l'acidité – Partie 3: Méthodes d'essai pour les huiles non minérales isolantes*

IEC 62535, *Liquides isolants – Méthode d'essai pour la détection du soufre potentiellement corrosif dans les huiles usagées et neuves*

IEC 62961, *Isolants liquides – Méthodes d'essai pour la détermination de la tension interfaciale des isolants liquides – Détermination par la méthode à l'anneau*

ISO 2049, *Produits pétroliers – Détermination de la couleur (échelle ASTM)*

ISO 2211, *Produits chimiques liquides – Détermination de la coloration en unités Hazen (échelle platine-cobalt)*

ISO 2592, *Pétrole et produits connexes – Détermination des points d'éclair et de feu – Méthode Cleveland à vase ouvert*

ISO 3016, *Produits pétroliers et connexes d'origine naturelle ou synthétique – Détermination du point d'écoulement*

ISO 3104, *Produits pétroliers – Liquides opaques et transparents – Détermination de la viscosité cinématique et calcul de la viscosité dynamique*

ISO 3675, *Pétrole brut et produits pétroliers liquides – Détermination en laboratoire de la masse volumique – Méthode à l'aréomètre*

ISO 4406, *Transmissions hydrauliques – Fluides – Méthode de codification du niveau de pollution particulaire solide*

ISO 5661, *Produits pétroliers – Hydrocarbures liquides – Détermination de l'indice de réfraction*

ISO 12185, *Pétroles bruts, produits pétroliers et produits connexes – Détermination de la masse volumique – Appareil de masse volumique de laboratoire à capteur à tube en U oscillant*

ASTM D92, *Standard Test Method for Flash and Fire Points by Cleveland Open Cup Tester* (disponible en anglais seulement)

ASTM D97, *Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products* (disponible en anglais seulement)

ASTM D1275, *Standard Test Method for Corrosive Sulfur in Electrical Insulating Liquids* (disponible en anglais seulement)

ASTM D1500, *Standard Test Method for ASTM Color of Petroleum Products (ASTM Color Scale)*

ASTM D5950, *Standard Test Method for Pour Point of Petroleum Products (Automatic Tilt Method)* (disponible en anglais seulement)

ASTM D6922, *Standard Test Method for Determination of Homogeneity and Miscibility in Automotive Engine Oils* (disponible en anglais seulement)

ASTM D7042, *Standard Test Method for Dynamic Viscosity and Density of Liquids by Stabinger Viscometer (and the Calculation of Kinematic Viscosity)*

ASTM D7155, *Standard Practice for Evaluating Compatibility of Mixtures of Turbine Lubricating Oils* (disponible en anglais seulement)

ASTM D7752, *Standard Practice for Evaluating Compatibility of Mixtures of Hydraulic Liquids* (disponible en anglais seulement)

DIN 51353, *Essai des huiles isolantes – Décèlement du soufre corrosif – Essai à la lame d'argent*

DIN 51423-1, *Essais sur huiles minérales – Partie 1: Mesure de l'indice relatif de réfraction au moyen d'un réfractomètre de précision*