

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61858

Première édition
First edition
1999-09

**Systèmes d'isolation électrique –
Evaluation thermique des modifications apportées
à un système d'isolation électrique éprouvé
à enroulements à fil**

**Electrical insulation systems –
Thermal evaluation of modifications
to an established wire-wound EIS**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61858:1999

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**

61858

Première édition
First edition
1999-09

**Systèmes d'isolation électrique –
Evaluation thermique des modifications apportées
à un système d'isolation électrique éprouvé
à enroulements à fil**

**Electrical insulation systems –
Thermal evaluation of modifications
to an established wire-wound EIS**

© IEC 1999 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 photo-copie 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 Varembe 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

L

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application	8
2 Références normatives.....	8
3 Termes et définitions.....	10
4 Considérations générales	10
5 Evaluation de la modification d'épaisseur d'un matériau d'isolation électrique.....	14
5.1 Echantillons	14
5.2 Acceptation.....	14
6 Substitution d'un enroulement à fil.....	14
6.1 Généralités	14
6.2 Substitution de l'émail	14
6.3 Substitution du matériau conducteur.....	14
6.4 Fil de bobinage de remplacement.....	16
7 Substitution de la résine et/ou du vernis d'imprégnation.....	16
7.1 Détermination de la classe thermique.....	16
7.2 Evaluation.....	16
7.2.1 Classes thermiques égales ou supérieures.....	16
7.2.2 Une classe thermique au-dessous.....	16
7.2.3 Autres critères.....	16
8 Substitution d'autres matériaux d'isolation électrique	18
8.1 Matériaux techniquement équivalents	18
8.2 Evaluation prévisionnelle.....	18
8.3 Autres cas.....	18
9 Evaluation d'autres ajouts	18
9.1 Addition d'une résine et/ou d'un vernis d'imprégnation.....	18
9.2 Addition de composants	18
10 Essai de vieillissement thermique en un seul point.....	18
10.1 Eprouvettes.....	18
10.2 Détermination de l'indice thermique relatif (ITR)	20
10.3 Interprétation des résultats.....	20
Annexe A (normative) Classes des fils de bobinage	22

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	11
4 General considerations	11
5 Evaluation of the change of thickness of an EIM	15
5.1 Samples	15
5.2 Acceptance	15
6 Substitution of winding wire	15
6.1 General	15
6.2 Substitution of enamel	15
6.3 Substitution of conductor material	15
6.4 Alternate winding wire	17
7 Substitution of impregnating resin/varnish	17
7.1 Thermal class determination	17
7.2 Evaluation	17
7.2.1 Thermal classes equal or better	17
7.2.2 One thermal class lower	17
7.2.3 Other criteria	17
8 Substitution of other EIMs	19
8.1 Technically equivalent materials	19
8.2 Previous evaluation	19
8.3 Other	19
9 Evaluation of additions	19
9.1 Addition of an impregnating resin/varnish	19
9.2 Addition of other components	19
10 Single-point thermal ageing test	19
10.1 Test objects	19
10.2 Establishing the relative thermal index (RTI)	21
10.3 Interpretation of results	21
Annex A (normative) Classes of winding wire	23

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – EVALUATION THERMIQUE DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN SYSTÈME D'ISOLATION ÉLECTRIQUE ÉPROUVÉ À ENROULEMENTS À FIL

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61858 a été établie par le comité d'études 98 de la CEI: Systèmes d'isolation électrique (SIE).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
98/83/FDIS	98/95/RVD

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

L'annexe A fait partie intégrante de la présente norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, partie 3.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2003.

A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –
THERMAL EVALUATION OF MODIFICATIONS TO
AN ESTABLISHED WIRE-WOUND EIS**

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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61858 has been prepared by IEC technical committee 98: Electrical insulation systems (EIS).

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

FDIS	Report on voting
98/83/FDIS	98/95/RVD

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

Annex A forms an integral part of this standard.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, part 3.

The committee has decided that this publication remains valid until 2003.

At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale décrit les procédures pour évaluer les modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé en ce qui concerne les produits électrotechniques, et pour évaluer les effets de ces modifications sur la classification thermique du système d'isolation électrique éprouvé.

La CEI 60505 donne les principes généraux pour l'évaluation et la qualification des systèmes d'isolation électrique (SIE). Sauf indication contraire dans les procédures de la présente norme, il convient de suivre les principes de la CEI 60505.

La classification thermique d'un système d'isolation électrique est établie soit selon une durée de vie en service connue, conformément à la CEI 60791, soit conformément à la CEI 61857 (toutes les parties).

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61858-1:1999

INTRODUCTION

This International Standard describes procedures for the evaluation of changes to an established electrical insulation system (EIS) for wire-wound electrotechnical devices and the effect of these changes on the thermal classification of the established EIS.

General principles for evaluation and qualification of EIS can be found in IEC 60505. Unless the procedures of this standard indicate otherwise, the principles of IEC 60505 should be followed.

The thermal classification of an EIS is established either by known service life, in accordance with IEC 60791, or evaluated in accordance with IEC 61857 (all parts).

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61858:1999

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUE – ÉVALUATION THERMIQUE DES MODIFICATIONS APPORTÉES À UN SYSTÈME D'ISOLATION ÉLECTRIQUE ÉPROUVÉ À ENROULEMENTS À FIL

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale indique les procédures d'essai requises pour la qualification des modifications qui ont été apportées à un système d'isolation électrique éprouvé (SIE), pour ce qui concerne sa classification thermique. La présente Norme internationale s'applique aux systèmes d'isolation électrique existant dans les dispositifs à enroulements à fils ayant une tension d'entrée allant jusqu'à 1 000 V. Les procédures d'essai se font par comparaison des performances d'un système d'isolation électrique candidat avec celles d'un système d'isolation électrique de référence dont l'expérience en service a été démontrée conformément la CEI 60791, ou qui a été évaluée par une des procédures décrites dans la série 61857.

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. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois 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 indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI/TR2 60034-18-22:1996, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 22: Procédures d'essai pour enroulements à fils – Classification des modifications et des substitutions de composants d'isolation*

CEI 60172:1987, *Méthode d'essai pour la détermination de l'indice de température des fils de bobinage émaillés*

CEI 60216-1, *Guide pour la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux isolants électriques – Partie 1: Guide général relatif aux méthodes de vieillissement et à l'évaluation des résultats d'essai*¹⁾

CEI 60317 (toutes les parties), *Spécifications pour types particuliers de fils de bobinage*

CEI 60505, *Evaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*²⁾

CEI 60791:1984, *Evaluation des performances des systèmes d'isolation à partir de l'expérience en service et des résultats d'essai fonctionnels*

CEI 61033:1991, *Méthodes d'essai pour la détermination du pouvoir agglomérant des agents d'imprégnation sur fil émaillé*

CEI 61857 (toutes les parties), *Systèmes d'isolation électrique – Procédures d'évaluation thermique*

¹⁾ A publier.

²⁾ Deuxième édition à paraître.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –

THERMAL EVALUATION OF MODIFICATIONS TO AN ESTABLISHED WIRE-WOUND EIS

1 Scope

This International Standard lists the required test procedures for qualification of modifications of an established electrical insulation system (EIS) with respect to its thermal classification. This International Standard is applicable to EIS used in wire-wound electrotechnical devices with input voltage up to 1 000 V. The test procedures are comparative in that the performance of a candidate EIS is compared to that of a reference EIS, which has proven service experience in accordance with IEC 60791 or has been evaluated by one of the procedures given in IEC 61857 series.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions, which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications do not apply. However, 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. For undated references, the latest edition of the normative document referred to apply. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC/TR2 60034-18-22: 1996, *Rotating electric machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 22: Test procedures for wire-wound windings – Classification of changes and insulation component substitutions*

IEC 60172:1987, *Test procedure for the determination of the temperature index of enamelled winding wires*

IEC 60216-1: *Determination of thermal endurance of solid organic materials – Part 1: General guidelines for ageing procedures and evaluation of test results* ¹⁾

IEC 60317 (all parts), *Specifications for particular types of winding wires*

IEC 60505: *Evaluation and qualification of electrical insulation systems* ²⁾

IEC 60791:1984, *Performance evaluation of insulation systems based on service experience and functional tests*

IEC 61033:1991, *Test methods for the determination of bond strength of impregnating agents to an enamelled wire substrate*

IEC 61857 (all parts), *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation*

¹⁾ To be published.

²⁾ Second edition to be published.

3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

système d'isolation électrique (SIE)

structure isolante contenant un ou plusieurs matériaux isolants électriques (MIE) en même temps que les parties conductrices associées utilisées dans un produit électrotechnique

3.2

matériau isolant électrique (MIE)

composant électriquement soumis à des contraintes dans un système d'isolation électrique

4 Considérations générales

Il est nécessaire de prouver que les modifications apportées à un système d'isolation électrique éprouvé ne provoquent pas une dégradation inacceptable de sa performance thermique.

La présente norme propose des méthodes relativement économiques et rapides avec lesquelles l'utilisateur peut apporter des modifications à un système d'isolation électrique éprouvé en évaluant:

- a) l'effet sur la durée de vie thermique du système d'isolation électrique si l'épaisseur d'un MIE est modifiée;
- b) la compatibilité, sous contraintes thermiques, d'un MIE substitué;
- c) la compatibilité, sous contraintes thermiques, des autres composants utilisés mis en contact étroit avec un système d'isolation électrique éprouvé.

Les matériaux d'isolation électrique ayant des indices de température différents (IT/ITR) conformément à la CEI 60216-1 peuvent être combinés pour former un système d'isolation électrique ayant une classe thermique pouvant être plus élevée ou plus basse que celle de n'importe lequel des composants individuels, conformément à la CEI 60505.

Il peut y avoir plus d'un système d'isolation électrique dans un appareil donné. Ces systèmes d'isolation électriques peuvent avoir des classes thermiques différentes.

La vue d'ensemble suivante (figure 1) est un organigramme pour orienter les choix des articles utiles à une évaluation.

3 Terms and definitions

For the purposes of this International Standard, the following terms and definitions shall apply:

3.1

electrical insulation system (EIS)

insulating structure containing one or more electrical insulating materials (EIM) together with associated conducting parts employed in an electrotechnical device

3.2

electrical insulating material (EIM)

electrically stressed component in an EIS

4 General considerations

It needs to be proven that modifications to an established EIS do not cause unacceptable degradation of its thermal performance.

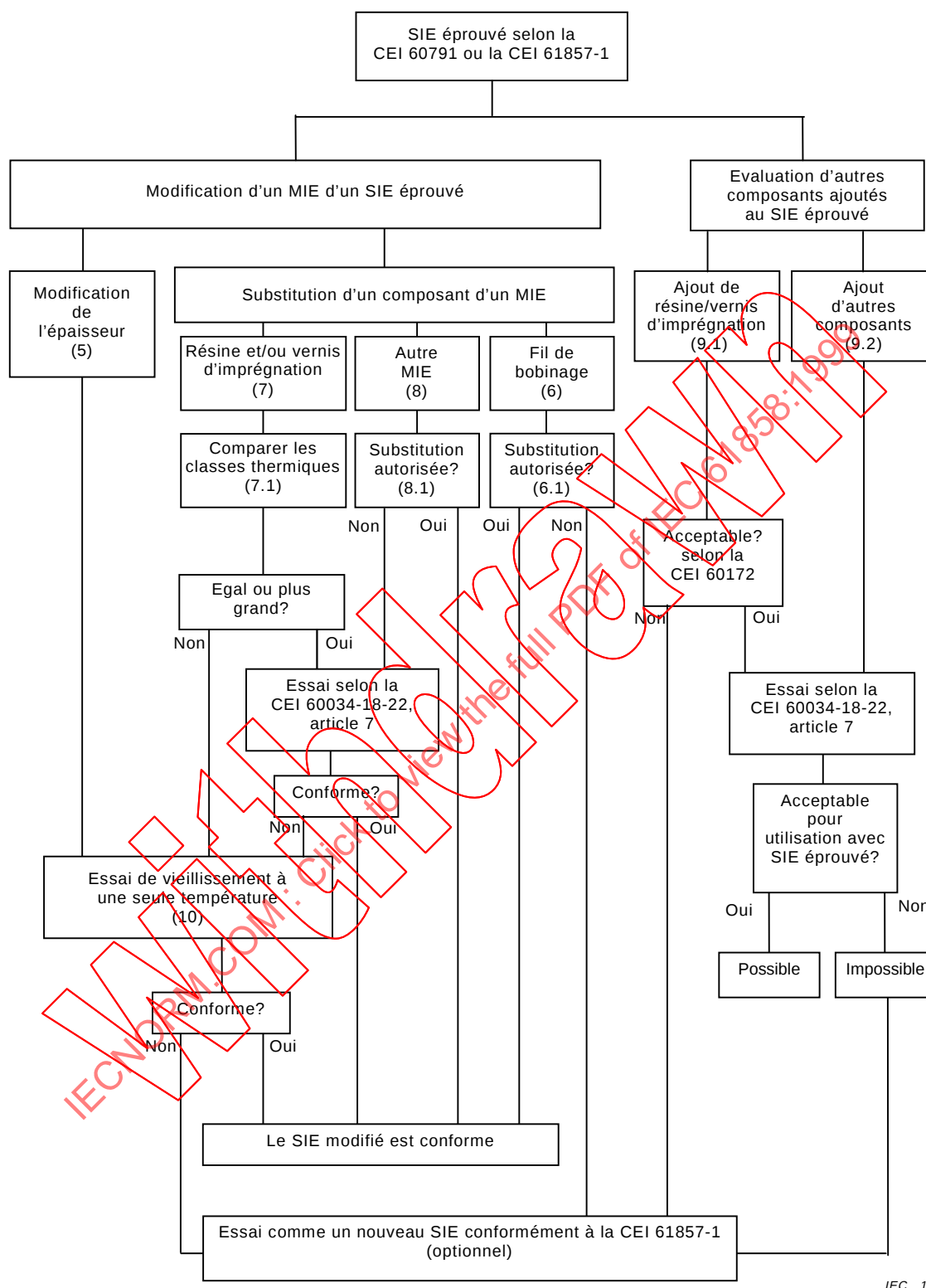
This standard provides relatively low cost and faster methods by which the user can make modifications to an established EIS by evaluating:

- a) the impact on the thermal life of the EIS if the thickness of an EIM is changed;
- b) the compatibility, under thermal stress, of a substituted EIM;
- c) the compatibility, under thermal stress, of other components used in intimate contact with an established EIS.

EIMs having different temperature indices (TI/RTI) according to IEC 60216-1 may be combined to form an EIS having a thermal class that may be higher or lower than that of any of the individual components according to IEC 60505.

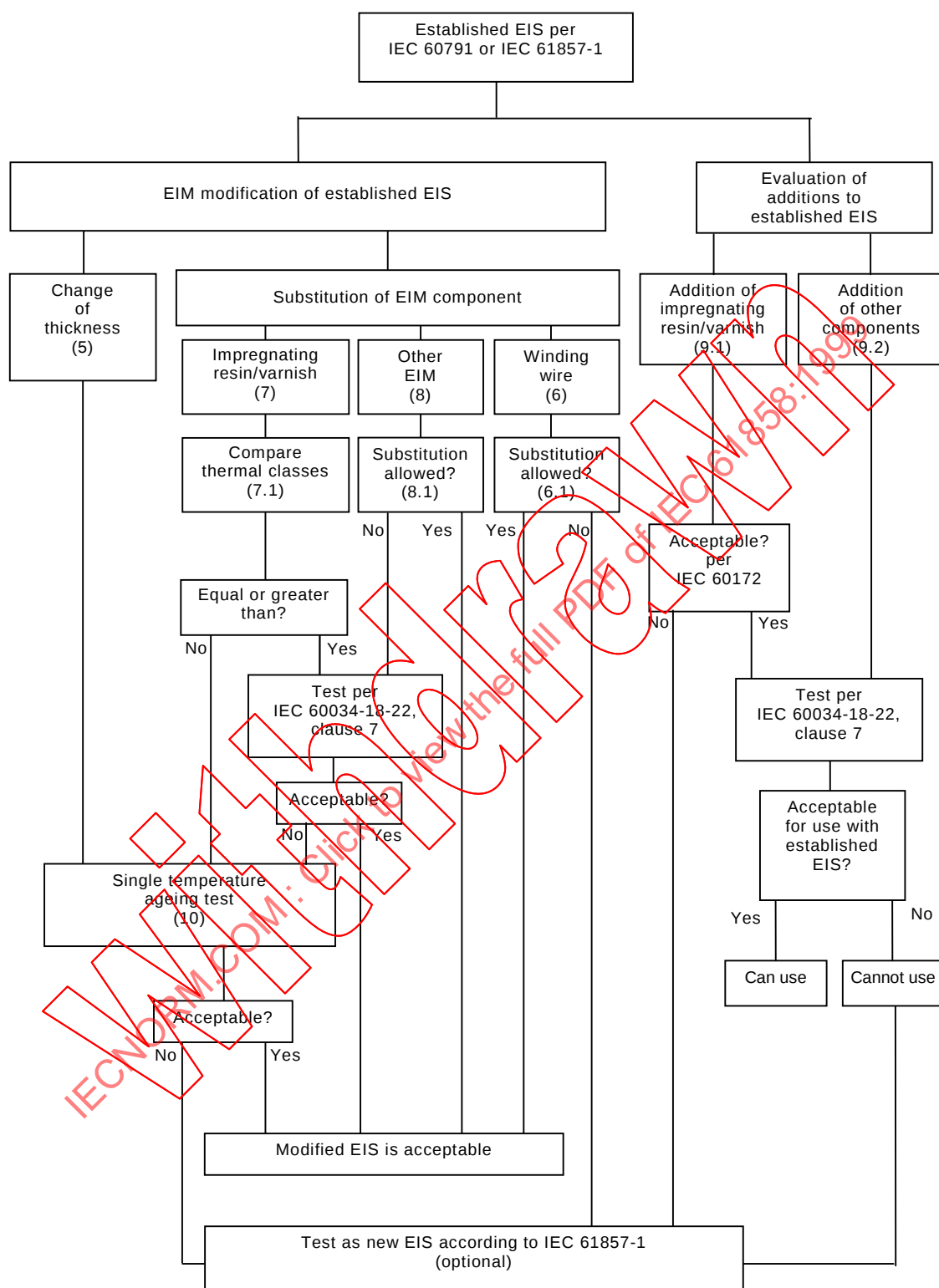
There may be more than one EIS in a particular apparatus. These EIS may have different thermal classes.

The following overview (figure 1) is a flow chart for guidance in selecting the proper clauses for evaluation.



IEC 1178/99

Figure 1 – Vue d'ensemble des méthodes d'évaluation



IEC 1178/99

Figure 1 – Overview of evaluation methods

5 Evaluation de la modification d'épaisseur d'un matériau d'isolation électrique

5.1 Echantillons

Des échantillons représentatifs d'un système d'isolation électrique éprouvé (le SIE de référence) et du système d'isolation électrique avec des épaisseurs réduites de matériaux d'isolation électrique (le SIE candidat) doivent être évalués conformément à l'article 10.

5.2 Acceptation

Un système d'isolation électrique candidat qui satisfait au critère d'acceptation selon l'article 10 doit être déclaré de la même classe thermique que le système d'isolation électrique éprouvé.

Si les résultats des essais du système d'isolation électrique candidat sont en dehors des critères d'acceptation, selon l'article 10, alors un vieillissement thermique complet selon la CEI 61857-1 peut être effectué afin d'établir sa classe thermique.

NOTE – Un vieillissement thermique complet peut être effectué sous la forme d'un essai à des températures additionnelles conformément à la CEI 61857-1.

6 Substitution d'un enroulement à fil

6.1 Généralités

La substitution d'un fil de bobinage déjà évalué dans un système d'isolation électrique éprouvé peut être effectuée sans que cela nécessite d'essai si une ou plusieurs des conditions suivantes ont été remplies:

- le fil de bobinage est conforme à une spécification de la CEI 60317 car il est de même composition chimique, selon l'annexe A, que le fil de bobinage étudié dans le SIE éprouvé, mais d'une taille ou d'une forme différente;
- le fil de bobinage est conforme à une spécification de la CEI 60317 car il est de même composition chimique, selon l'annexe A, que le fil de bobinage étudié dans le système d'isolation électrique éprouvé, mais avec une classe thermique égale ou supérieure;
- le conducteur est isolé avec l'un des matériaux d'isolation électrique déjà étudiés, en tant que partie constitutive du système d'isolation électrique éprouvé conformément à la CEI 61857-1. L'épaisseur à utiliser doit être celle qui permet que les tensions par unité d'épaisseur ne soient pas supérieures aux contraintes que le matériau d'isolation électrique (MIE) a subi au cours des essais de vieillissement.

NOTE – Pour la substitution d'un matériau d'isolation électrique de remplacement, se référer à l'article 8.

6.2 Substitution de l'email

Pour le critère de substitution portant sur la composition chimique, se référer à l'annexe A.

6.3 Substitution du matériau conducteur

Un système d'isolation électrique éprouvé qui a été évalué avec des conducteurs en cuivre, peut utiliser, au choix, des conducteurs en cuivre ou en aluminium.

Un système d'isolation électrique éprouvé qui a été évalué avec des conducteurs en aluminium doit se limiter à l'utilisation de conducteurs en aluminium. Le cuivre ne doit pas être accepté comme une variante sans effectuer d'évaluation conformément à la CEI 61857-1.

5 Evaluation of the change of thickness of an EIM

5.1 Samples

Representative samples of the established EIS (the reference EIS) and of the EIS with reduced EIM thickness(es) (the candidate EIS) shall be evaluated in accordance with clause 10.

5.2 Acceptance

A candidate EIS that meets the acceptance criteria according to clause 10 shall be assigned the same thermal class as the established EIS.

If the results of the candidate EIS testing are outside the acceptance criteria according to clause 10 then full thermal ageing in accordance with IEC 61857-1 may be conducted in order to establish its thermal class.

NOTE – Full thermal ageing may be accomplished by testing at additional temperatures, according to IEC 61857-1.

6 Substitution of winding wire

6.1 General

Substitution for a winding wire evaluated in the established EIS can be made without any required testing when one or more of the following conditions have been met:

- a) the winding wire conforms to an IEC 60317 specification having the same chemical composition, according to annex A, as the winding wire evaluated in the established EIS but is of a different size or shape;
- b) the winding wire conforms to an IEC 60317 specification having the same chemical composition, according to annex A, as the winding wire evaluated in the established EIS but with an equal or higher thermal class;
- c) the conductor is insulated with one of the EIMs evaluated as part of the established EIS in accordance with IEC 61857-1. The thickness to be used shall be such that the volts per unit thickness is not greater than the stress to which the EIM was subjected during the ageing test.

NOTE – For substitution of an alternate EIM, refer to clause 8.

6.2 Substitution of enamel

For chemical composition substitution criteria, refer to annex A.

6.3 Substitution of conductor material

An established EIS, which has been evaluated with copper as the conductor, may use either copper or aluminium conductor.

An established EIS, which has been evaluated with aluminium as the conductor shall be restricted to aluminium conductor and copper shall not be accepted as an alternate conductor without evaluating it in accordance with IEC 61857-1.

6.4 Fil de bobinage de remplacement

Les conducteurs isolés qui ne satisfont pas au critère du 6.1 ou du 6.2 doivent être évalués conformément à la CEI 61857-1.

Comme exemples il peut y avoir les fils de bobinage soudables, les conducteurs isolés avec un MIE ne faisant pas partie du SIE éprouvé, ou les fils de liaison utilisés comme fils de bobinage de remplacement.

7 Substitution de la résine et/ou du vernis d'imprégnation

7.1 Détermination de la classe thermique

Les classes thermiques, à la fois de la résine et/ou du vernis candidats et de la résine et/ou du vernis utilisés dans le système d'isolation électrique éprouvé doivent être déterminées par comparaison avec les données du vieillissement thermique fournies par les constructeurs, en utilisant les méthodes d'essai du tableau 1. Les deux essais doivent être effectués.

Tableau 1 – Méthodes d'essai de vieillissement thermique pour les résines et/ou les vernis

Méthode d'essai	Désignation CEI
Paires torsadées	CEI 60172, spécifiant la combinaison particulière des résines et/ou vernis des fils de bobinage
Bobine hélicoïdale	CEI 61033, spécifiant la combinaison particulière des résines et/ou vernis des fils de bobinage. Utiliser 22 M comme valeur indiquant la fin de vie pour chaque température de vieillissement. Un nombre minimal de trois températures de vieillissement; la durée de vie moyenne à la plus haute température étant au moins de 100 h et la durée de vie moyenne à la plus basse température étant au moins de 5 000 h. La valeur de l'indice thermique étant définie par sa valeur pour 20 000 h

7.2 Evaluation

7.2.1 Classes thermiques égales ou supérieures

Lorsque les deux classes thermiques de la résine et/ou du vernis d'imprégnation candidat (paire torsadée et/ou bobine hélicoïdale) sont égales ou supérieures aux classes thermiques de la résine et/ou du vernis du système d'isolation électrique éprouvé, alors la substitution est autorisée

- sur la base de résultats acceptables pour des essais de compatibilité utilisant la procédure issue de l'article 7 de la CEI 60034-18-22, ou
- sur la base de résultats acceptables pour des essais conformes à l'article 10.

7.2.2 Une classe thermique au-dessous

Si l'une ou les deux classes thermiques de la résine et/ou du vernis d'imprégnation candidat (paire torsadée et/ou bobine hélicoïdale) ne sont pas plus d'une classe thermique au-dessous de la résine et /ou du vernis du système d'isolation électrique éprouvé, alors la substitution est autorisée sur la base de résultats acceptables pour des essais conformes à l'article 10.

NOTE – Si le système d'isolation électrique éprouvé a obtenu sa classe thermique sans incorporation de résine et/ou de vernis d'imprégnation, se reporter au 9.1 pour l'adjonction d'une résine et/ou d'un vernis d'imprégnation.

7.2.3 Autres critères

Une résine et/ou un vernis ne satisfaisant pas au critère précédent doit être évalué conformément à la CEI 61857-1.

6.4 Alternate winding wire

Insulated conductors that do not meet the criteria in 6.1 or 6.2 shall be evaluated in accordance with IEC 61857-1.

Examples would include bondable winding wire, conductor insulated with an EIM not included in the established EIS, or lead wire used as an alternate winding wire.

7 Substitution of impregnating resin/varnish

7.1 Thermal class determination

The thermal classes of both the candidate resin/varnish and the resin/varnish used in the established EIS shall be determined by comparison of the manufacturer's thermal ageing data using the test methods in table 1. Both tests shall be conducted.

Table 1 – Thermal ageing test methods for resin/varnishes

Test method	IEC designation
Twisted pair	IEC 60172 specifying the specific resin/varnish winding wire combination
Helical coil	IEC 61033 specifying the specific resin/varnish winding wire combination. Use 22 N as the value specifying the end of life at each ageing temperature. A minimum of three ageing temperatures; the average life at the highest ageing temperature being a minimum of 100 h and the average life at the lowest ageing temperature being a minimum of 5 000 h. The Thermal Index value being defined as the temperature intercept for the time of 20 000 h.

7.2 Evaluation

7.2.1 Thermal classes equal or better

When both thermal classes of the candidate impregnating resin/varnish (twisted pair and helical coil) are equal to or higher than the thermal classes of the impregnating resin/varnish in the established EIS, then substitution is allowed:

- based on acceptable results when tested for compatibility using the procedure from IEC 60034-18-22, clause 7, or
- based on acceptable results when tested according to clause 10.

7.2.2 One thermal class lower

If one or both of the thermal classes of the candidate impregnating resin/varnish (twisted pair and/or helical coil) are no more than one thermal class lower than the thermal classes of the impregnating resin/varnish of the established EIS, then substitution is allowed based on acceptable results when tested in accordance with clause 10.

NOTE – If the established EIS has received its thermal class rating without the inclusion of an impregnating resin/varnish; refer to 9.1 for addition of an impregnating resin/varnish.

7.2.3 Other criteria

A resin/varnish not meeting the above criteria shall be evaluated according to IEC 61857-1.

8 Substitution d'autres matériaux d'isolation électrique

8.1 Matériaux techniquement équivalents

La substitution de matériaux d'isolation électrique (MIE) ayant une composition chimique identique est acceptable sans essai supplémentaire.

8.2 Evaluation prévisionnelle

Un matériau d'isolation électrique (MIE) déjà évalué comme partie d'un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé et utilisé dans une combinaison avec un autre MIE ou d'autres composants, peut être utilisé, sur la base de résultats acceptables pour des essais de compatibilité conformément à l'article 7 de la CEI 60034-18-22. L'épaisseur du MIE ne doit pas être inférieure à celle pour laquelle on a effectué l'évaluation du SIE éprouvé.

8.3 Autres cas

La substitution ou l'addition de tout autre matériau d'isolation électrique doit imposer une évaluation thermique complète selon la CEI 61857-1.

9 Evaluation d'autres ajouts

9.1 Addition d'une résine et/ou d'un vernis d'imprégnation

Une résine et/ou un vernis d'imprégnation peut être ajouté à un système éprouvé d'isolation électrique non vernis, si les conditions suivantes sont remplies:

- la résine et/ou le vernis d'imprégnation doit être évaluée avec le fil de bobinage particulier, selon la CEI 60172, et la classe thermique résultante ne doit pas s'écarter de plus d'une classe thermique en moins de celle du fil de bobinage non vernis;
- la résine et/ou le vernis d'imprégnation candidat doit satisfaire aux critères du 9.2.

9.2 Addition de composants

Les autres composants qui doivent être utilisés conjointement avec un système d'isolation électrique éprouvé doivent être autorisés sur la base de résultats acceptables pour des essais de compatibilité utilisant la procédure issue de l'article 7 de la CEI 60034-18-22.

NOTE – Ces matériaux sont typiquement utilisés dans la mécanique, le transfert de chaleur, la décoration ou pour d'autres fonctions non soumises à des contraintes électriques.

10 Essai de vieillissement thermique en un seul point

10.1 Epreuves

Des éprouvettes représentatives du système d'isolation électrique éprouvé (SIE de référence) et du système candidat doivent être fabriquées et essayées conformément à la CEI 61857-1, avec les exceptions suivantes:

- les systèmes de référence et candidats doivent être essayés concurremment à la même température;
- il convient de choisir les températures de vieillissement dans le programme de vieillissement thermique complet du système d'isolation électrique éprouvé conduisant à une durée de vie supposée comprise entre 1 000 h et 2 000 h;
- lorsqu'un matériau d'isolation électrique déjà évalué dans un système d'isolation électrique éprouvé n'est plus disponible, les éprouvettes de référence doivent uniquement être fabriquées avec tous les matériaux restants.

8 Substitution of other EIMs

8.1 Technically equivalent materials

Substitution of EIMs, which have identical chemical composition, is acceptable with no additional testing.

8.2 Previous evaluation

An EIM evaluated as part of the established EIS, used in combination with another EIM or other component, may be used based upon acceptable results when tested for compatibility according to IEC 60034-18-22, clause 7. The thickness of the EIM shall not be less than that which was evaluated in the established EIS.

8.3 Other

Substitution or addition of any other EIM shall require full thermal evaluation per IEC 61857-1.

9 Evaluation of additions

9.1 Addition of an impregnating resin/varnish

An impregnating resin/varnish may be added to an established unvarnished EIS if the following conditions are met:

- a) the impregnating resin/varnish shall be evaluated with the specific winding wire according to IEC 60172 and the resultant thermal class shall be not more than one thermal class below that of the unvarnished winding wire;
- b) the candidate impregnating resin/varnish shall meet the criteria of 9.2.

9.2 Addition of other components

Other components that are to be used in conjunction with an established EIS, shall be allowed based on acceptable results when tested for compatibility using the procedure from IEC 60034-18-22, clause 7.

NOTE – Such materials are typically used for mechanical, heat transfer, decoration, or other non-electrically stressed functions.

10 Single-point thermal ageing test

10.1 Test objects

Representative test objects of the established EIS (reference EIS) and the candidate system shall be constructed and tested in accordance with IEC 61857-1 with the following exceptions:

- a) the reference and candidate systems shall be concurrently tested at the same temperature;
- b) the ageing temperature should be selected from the full thermal ageing program of the established EIS to give an expected test life of between 1 000 h to 2 000 h;
- c) when an EIM, evaluated in the established EIS, is no longer available the reference test objects shall only be constructed with all remaining materials.

10.2 Détermination de l'indice thermique relatif (ITR)

L'indice thermique relatif du système d'isolation électrique candidat doit être établi en combinant la pente de régression d'origine du système d'isolation électrique de référence avec les données temps – température du système d'isolation électrique candidat (se référer à la figure 1 de la CEI 61857-1). La comparaison doit être effectuée en utilisant la corrélation temporelle, conformément à:

Corrélation temporelle

$$t_x = t_R \cdot e^{\left(\frac{M}{T_R + 273,15} - \frac{M}{T_A + 273,15} \right)}$$

Indice thermique relatif du système d'isolation électrique candidat

$$T_c = \left[\frac{M}{\ln \left(\frac{t_x}{t_c} \right) + \frac{M}{T_A + 273,15}} \right] - 273,15$$

où

M est la pente de l'équation de régression du système d'isolation électrique éprouvé;

T_R est l'indice thermique relatif (ITR) du système d'isolation électrique éprouvé, en degrés Celsius (°C);

T_A est la température de vieillissement en degrés Celsius (°C);

T_c est l'indice thermique relatif (ITR) du système d'isolation électrique candidat, en degrés Celsius (°C);

t_R est la durée de vie du système d'isolation électrique éprouvé, en heures (h);

t_c est la durée de vie du système d'isolation électrique candidat, en heures (h);

t_x est le temps de corrélation, en heures (h).

10.3 Interprétation des résultats

Le système d'isolation électrique candidat doit être affecté de la même classe thermique que le système d'isolation électrique éprouvé si la valeur de l'indice thermique relatif, déduite en 10.2, se trouve à ± 5 K de la valeur de l'indice thermique relatif du système d'isolation électrique éprouvé. Si la valeur de l'indice thermique relatif du système d'isolation électrique candidat n'est pas à ± 5 K de la valeur de l'indice thermique relatif du système d'isolation électrique éprouvé, aucune classe thermique ne doit être affectée au système d'isolation électrique candidat. Le système d'isolation électrique candidat peut être vieilli à des températures de vieillissement supplémentaires, conformément à la CEI 61857-1, dans le but de déterminer sa classe thermique.

10.2 Establishing the relative thermal index (RTI)

The RTI of the candidate EIS shall be established by combining the reference EIS's original regression slope with the time-temperature data point for the candidate EIS. (Refer to IEC 61857-1, figure 1). The comparison shall be made using the correlation time established according to:

Correlation time

$$t_x = t_R \cdot e^{\left(\frac{M}{T_R + 273,15} - \frac{M}{T_A + 273,15} \right)}$$

RTI of the candidate EIS

$$T_c = \left(\frac{\frac{M}{\ln \left(\frac{t_x}{t_c} \right) + \frac{M}{T_A + 273,15}}}{-273,15} \right)$$

where

M is the slope of the established EIS regression equation;

T_R is the RTI of the established EIS, in degrees Celsius (°C);

T_A is the ageing temperature in degrees Celsius (°C);

T_c is the RTI of the candidate system in degrees Celsius (°C);

t_R is the life of the established EIS in hours (h);

t_c is the life of the candidate EIS in hours (h);

t_x is the correlation time in hours (h).

10.3 Interpretation of results

The candidate EIS shall be assigned the same thermal class rating as the established EIS if the RTI value, derived in 10.2, is within ± 5 K of the RTI value of the established EIS. If the RTI value of the candidate EIS is not within ± 5 K of the RTI value of the established EIS, no thermal class rating shall be assigned to the candidate EIS. The candidate EIS can be aged at additional temperatures in accordance with IEC 61857-1 in order to establish the thermal class.

Annexe A (normative)

Classes des fils de bobinage

Différents types de fils émaillés pour enroulement et usage général, fabriqués conformément à la série des CEI 60317 sont présentés dans le tableau A.1. La pratique couramment acceptée pour substitution d'un les fils de bobinage est la suivante:

- les fils de bobinage ayant la même composition chimique, avec une classe thermique égale ou supérieure à celle du type de fil évalué dans le système d'isolation électrique éprouvé peuvent être substitués dans le système d'isolation électrique éprouvé sans essais supplémentaires;
- les fils de bobinage ayant une composition chimique non évaluée dans le système d'isolation électrique éprouvé ne doivent pas être substitués;
- les fils de bobinages de même composition chimique, ayant une classe thermique inférieure à la classe thermique du ou des types de fils évalués dans le système d'isolation électrique éprouvé ne doivent pas être substitués;
- les substitutions de fils de bobinage qui ne sont pas permises selon b) ou c) doivent être essayées selon la CEI 61857-1.

Tableau A.1 – Types de fils de bobinage

Composition chimique	Classes thermiques	Désignation CEI
Soudable		
Polyuréthane	130	60317-4
Polyuréthane/sur-couche polyamide	130	60317-19
Polyuréthane	155	60317-20
Polyuréthane/sur-couche polyamide	155	60317-21
Non soudable		
Polyester	130	60317-34
Polyester	155	60317-3
Polyester (rectangulaire)	155	60317-16
Polyesterimide	180	60317-8
Polyesterimide (aluminium)	180	60317-15
Polyester ou polyesterimide/sur-couche polyamide	180	60317-22
Polyester ou polyesterimide/sur-couche polyamide (aluminium)	180	60317-24
Polyester ou polyesterimide/sur-couche polyamide-imide	200	60317-13
Polyester ou polyesterimide/sur-couche polyamide-imide (aluminium)	200	60317-25
Polyester ou polyesterimide/sur-couche polyamide-imide (rectangulaire)	200	60317-29
Polyester-amide-imide	200	60317-42
Soudable		
Polyester	130	60317-41
Polyesterimide	180	60317-23
Non soudable		
Polyimide	220	60317-7
Polyimide	240	60317-46
Polyimide (rectangulaire)	240	60317-47
NOTE – Sauf spécification contraire, les désignations CEI représentent des constructions circulaires, en cuivre.		

Annex A (normative)

Classes of winding wire

Various types of commonly used enamelled winding wire constructed in accordance with the IEC 60317 series are presented in table A.1. The accepted practice for substitution of winding wire is as follows:

- a) winding wires of the same chemical composition with a thermal class equal to or higher than the type of wire evaluated in the established EIS may be substituted into the established EIS without additional testing;
- b) winding wire of a chemical composition not evaluated in the established EIS shall not be substituted;
- c) winding wire of the same chemical composition having a thermal classification lower than the thermal class of the wire type(s) evaluated in the established EIS shall not be substituted;
- d) winding wire substitutions not permitted under either b) or c) shall be tested according to IEC 61857-1.

Table A.1 – Winding wire types

Chemical composition	Thermal classes	IEC Designation
Solderable		
Polyurethane	130	60317-4
Polyurethane/polyamide overcoat	130	60317-19
Polyurethane	155	60317-20
Polyurethane/polyamide overcoat	155	60317-21
Non-solderable		
Polyester	130	60317-34
Polyester	155	60317-3
Polyester (rectangular)	155	60317-16
Polyesterimide	180	60317-8
Polyesterimide (aluminium)	180	60317-15
Polyester or polyesterimide/polyamide overcoat	180	60317-22
Polyester or polyesterimide/polyamide overcoat (aluminium)	180	60317-24
Polyester or polyesterimide/polyamide-imide overcoat	200	60317-13
Polyester or polyesterimide/polyamide-imide overcoat (aluminium)	200	60317-25
Polyester or polyesterimide/polyamide-imide overcoat (rectangular)	200	60317-29
Polyester-amide-imide	200	60317-42
Solderable		
Polyester	130	60317-41
Polyesterimide	180	60317-23
Non-solderable		
Polyimide	220	60317-7
Polyimide	240	60317-46
Polyimide (rectangular)	240	60317-47
NOTE – Unless otherwise noted, IEC designations represent round, copper constructions.		