

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation –
Part 22: Specific requirements for encapsulated-coil model – Wire-wound
electrical insulation system (EIS)**

**Systèmes d'isolation électriques – Procédures d'évaluation thermique –
Partie 22: Exigences particulières pour modèle de bobine encapsulée – Système
d'isolation électrique (SIE) à enroulements à fil**



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: 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 corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch
Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch
Tél.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00



IEC 61857-22

Edition 2.0 2008-07

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation –
Part 22: Specific requirements for encapsulated-coil model – Wire-wound
electrical insulation system (EIS)**

**Systèmes d'isolation électriques – Procédures d'évaluation thermique –
Partie 22: Exigences particulières pour modèle de bobine encapsulée – Système
d'isolation électrique (SIE) à enroulements à fil**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

M

ICS 29.080.30

ISBN 2-8318-9945-1

CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms and definitions	6
4 Construction.....	7
4.1 General information.....	7
4.2 ECM components	7
4.3 Assembly of the ECM	7
4.4 Similarity of reference and candidate ECM	8
5 Number of test objects.....	8
6 Test procedure	8
6.1 General.....	8
6.2 Initial screening test	8
6.2.1 General	8
6.2.2 Initial dielectric test	8
6.3 Thermal endurance test.....	9
6.3.1 Endurance test cycle	9
6.3.2 Thermal ageing	9
6.3.3 Mechanical stress.....	10
6.3.4 Thermal shock.....	10
6.3.5 Moisture exposure	10
6.3.6 Dielectric diagnostic test.....	10
7 End-of-life criterion.....	11
8 Analysing, reporting and classification.....	11
Annex A (informative) Similarity of reference and candidate specimens	12
Bibliography.....	13
Table 1 – Initial dielectric tests for ECM.....	9
Table 2 – Dielectric diagnostic tests for ECM.....	10

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS –
PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –**

**Part 22: Specific requirements for encapsulated-coil model –
Wire-wound electrical insulation system (EIS)**

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61857-22 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2002, and constitutes editorial revisions to make this standard compatible with Parts 1 and 21.

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

CDV	Report on voting
112/91/CDV	112/99/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all the parts in the IEC 61857 series, under the general title *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

A series of parts that will make up IEC 61857 is currently being developed, each of which will address a specific test object and/or application with an associated test procedure.

Additional parts will be developed in cooperation with IEC technical committees responsible for equipment.

ELECTRICAL INSULATION SYSTEMS – PROCEDURES FOR THERMAL EVALUATION –

Part 22: Specific requirements for encapsulated-coil model – Wire-wound electrical insulation system (EIS)

1 Scope

This part of IEC 61857 provides a general-purpose procedure for the evaluation of wire-wound systems using a general purpose encapsulated-coil model (ECM) where the application is unknown.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application 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 61857-1:2004, *Electrical insulation systems – Procedures for thermal evaluation – Part 1: General requirements – Low-voltage*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 61857-1, as well as the following definitions, apply.

3.1

encapsulant

electrical insulating material (EIM) that completely encases the coil except for connections to the exterior, and is part of the electrical insulation system (EIS)

NOTE The encapsulated-coil model (ECM) does not employ a supplemental shell.

3.2

encapsulation

process of applying an encapsulant

NOTE For the purpose of evaluating an electrical insulation system (EIS), the process may consist of injection moulding, compression moulding, casting or other techniques.

3.3

bobbin

form around which a coil is wound

3.4

coil

continuous winding of insulated wire

3.5

coil-to-coil insulation

electrical insulating material (EIM) between individual coils

3.6

earth

ground (US)

make an electric connection between a given point in a system or in an installation or in equipment and a local earth

[IEV 195-01-08]

3.7

earth (ground) insulation

electrical insulating material (EIM) between a coil and earthed metal

4 Construction

4.1 General information

The ECM is useful in evaluating the compatibility of EIM used in a candidate EIS. It is equally capable of simulating the influences of actual manufacturing processes such as winding techniques, termination techniques and encapsulation.

The essential parts of the ECM are a bobbin, winding wire, wire connectors and encapsulant.

The winding wires may be connected to binding posts or to lead wires, either of which extends through the encapsulant wall.

4.2 ECM components

The components of the encapsulated-coil model are as follows:

- a) Coil: the coils may be wound with two wires in parallel (bifilar winding) or may be wound with a single wire.
- b) Wire: winding wire, heavy film coated; 0,4 mm to 0,6 mm diameter wire size is preferred.
- c) Earth insulation: the EIM used as the bobbin and the EIM used as the encapsulant function as coil-to-earth insulation. An EIM evaluated only as a coil bobbin shall not also be used as an encapsulant material. An EIM used as an encapsulant shall be evaluated as such.
- d) Tape: electrical tape may be used but unless electrically stressed and evaluated is not part of the EIS.
- e) Connectors: the winding wires are connected inside the encapsulant to binding posts or lead wires. These connections are essential parts of the ECM.
- f) Electrical impregnating resin/varnish: this may be part of the EIS if applied prior to the encapsulation process.

NOTE A metal frame or a lamination stack that may be incorporated into the test object is not an essential part of the test object if it does not function as a fault path.

4.3 Assembly of the ECM

Assemble the ECM as follows:

- a) Wind the winding wire over the bobbin using accepted winding techniques.
- b) As appropriate, use electrical grade tape or other components to secure the winding wire in place.
- c) Connect the winding wire to the binding posts or lead wires.
- d) If part of the candidate EIS, apply impregnating resin/varnish.
- e) Apply the encapsulant material.

4.4 Similarity of reference and candidate ECM

The physical shape and assembly of the reference and candidate ECM must be similar. It is essential that the size of the winding wire used in the reference and candidate ECM be within $\pm 0,2$ mm of each other. Refer to Annex A for more information. Details of the construction of the reference and candidate ECM shall be reported according to 7.4 of IEC 61857-1:2004.

5 Number of test objects

The minimum number of test objects for each EIS and for each ageing temperature shall be ten.

6 Test procedure

6.1 General

All test objects shall be subjected to initial screening tests followed by repeated thermal endurance test cycles in the following order:

- a) a thermal ageing subcycle;
- b) a subcycle of pre-diagnostic mechanical stress, other pre-diagnostic requirements and moisture exposure, in that order;
- c) a dielectric diagnostic test.

6.2 Initial screening test

6.2.1 General

Prior to exposure to an elevated temperature on the first thermal ageing subcycle, all test objects shall be subjected to initial screening tests in order to eliminate defective test objects. The initial screening tests shall consist of the following steps and shall be conducted in the order given:

- a) visual inspection;
- b) initial dielectric test (see 6.2.2);
- c) mechanical stress (see 6.3.3);
- d) thermal shock, as required (see 6.3.4)
- e) moisture exposure (see 6.3.5);
- f) dielectric diagnostic test (see 6.3.6).

6.2.2 Initial dielectric test

An initial screening test using dielectric techniques shall be performed on each ECM test object prior to application of other prediagnostic stresses and thermal ageing, see Table 1.

Table 1 – Initial dielectric tests for ECM

Test	Method	Voltage V	Acceptance criteria
Wire in a single strand coil	Change of resistance	Apply a direct current voltage that will result in a maximum admissible current density at which the active resistance of the winding can be measured. ^a	<3 % reduction of the resistance for the coil design
Wires in bifilar coils	Conductor to conductor	400 ± 40	0,5 A to 0,75 A
Coil-to-coil (for multiple coil constructions)	Dielectric withstand	2 000 ± 100	(40 ± 10) mA
Earth insulation	Dielectric withstand	2 000 ± 100	(40 ± 10) mA
^a Maximum 1 A/mm ² of cross-section.			

The following procedure shall then be followed:

- an initial dielectric test voltage shall be applied for a minimum of 60 s;
- failure shall be current flow as defined above prior to completion of the time period;
- frequency of the test voltage shall be between 48 Hz and 62 Hz.

NOTE Instantaneous application of full voltage is not recommended. It is recommended that surge protectors be included in the test circuit to eliminate unintended high voltage spikes.

For test objects evaluated by applied voltage, pre-calibrated electromechanical over-current circuit-breakers with a trip time of 2 s to 3 s have been used successfully to detect failure.

The cause of failure shall be determined. When the failure is within the EIS, it shall eliminate that ECM from further testing. When the failure is not within the EIS and it can be repaired without disturbing the EIS, the ECM may be retested and returned to the test programme if it passes.

6.3 Thermal endurance test

6.3.1 Endurance test cycle

Following the initial screening tests, all test objects shall be subjected to repeated thermal endurance test cycles in the following order:

- thermal ageing subcycle;
- mechanical stress subcycle;
- thermal shock subcycle;
- moisture exposure subcycle;
- dielectric diagnostic test.

6.3.2 Thermal ageing

Thermal ageing, comprising selection of ageing temperature, initial ageing periods and ageing procedures shall be conducted in accordance with 6.3 of IEC 61857-1:2004.

Ovens shall be used in accordance with 6.3.4 of IEC 61857-1:2004.

6.3.3 Mechanical stress

Mechanical stress shall be applied by mounting the test objects on a vibration table and exposing them between 55 min to 65 min of sinusoidal vibration at a frequency between 48 Hz and 62 Hz, with a constant acceleration of $(14,7 \pm 3) \text{ ms}^{-2}$. No voltage shall be applied during this period.

6.3.4 Thermal shock

Unless agreed to by all interested parties, both the reference and candidate EIS shall be exposed to a low-temperature thermal shock. Thermal shock shall be applied by placing ECMs directly from ambient conditions into a low-temperature chamber at $(-20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ for at least 2 h. No voltage shall be applied during this period.

6.3.5 Moisture exposure

Moisture exposure with visible condensation shall be applied in accordance with 6.6 of IEC 61857-1:2004.

6.3.6 Dielectric diagnostic test

Following each ageing cycle and conditioning described in 6.3.3 through 6.3.5, evaluate the ECM specimens in accordance with the dielectric diagnostic test given in Table 2.

Table 2 – Dielectric diagnostic tests for ECM

Test	Method	Voltage V	End-of-life
Wire in a single strand coil	Change of resistance	Apply a direct current voltage that will result in a maximum admissible current density at which the active resistance of the winding can be measured. ^a	≥10 % reduction of the resistance for the coil design
Wires in bifilar coils	Conductor to conductor	110 ± 10	0,5 A to 0,75 A
Coil-to-coil (for multiple coil constructions)	Dielectric withstand	600 ± 30	0,5 A to 0,75 A
Earth insulation	Dielectric withstand	2 000 ± 100	(40 ± 10) mA
^a Maximum 1 A/mm ² of cross-section.			

The following steps shall then be taken:

- dielectric diagnostic test voltages, except for the change of resistance measurement, shall be applied for a minimum of 10 min.
- dielectric diagnostic test voltage for the change of resistance shall be applied for a minimum of 60 s;
- failure shall be current flow as defined above prior to completion of the time period.
- the frequency of the test voltage shall be between 48 Hz and 62 Hz.

NOTE Instantaneous application of full voltage is not recommended. It is recommended that surge protectors be included in the test circuit to eliminate unintended high voltage spikes.

For test objects evaluated by applied voltage, pre-calibrated electromechanical over-current circuit breakers with a trip time of 2 s to 3 s have been used successfully to detect failure.

In order to check the condition of the test objects and determine end-of-life, the dielectric diagnostic test shall be applied after each successive exposure to moisture, either while the test objects are still in the condensation chamber or immediately after removal while still wet with moisture.

7 End-of-life criterion

The end-of-life criterion for individual test specimens shall be failure of an ECM to hold the applied voltage for the required time period shown in Table 2. The cause of failure shall be determined. When the failure is within the EIS, it shall eliminate that ECM from further testing. When the failure is not within the EIS and it can be repaired without disturbing the EIS, the ECM may be returned to the test program.

8 Analysing, reporting and classification

Analysing, reporting and classification shall be in accordance with Clause 7 of IEC 61857-1:2004.

Annex A (informative)

Similarity of reference and candidate specimens

Technical committee 98 developed this part of IEC 61857 with a focus on trying to keep an economical approach to the development of the test objects. A major concern of TC 98 was the high cost that could result by trying to specify a single or a preferred size for the test object. Such a proposal would require companies to make a major financial investment for a mould that would, most likely, only be applicable to the moulding of test objects for the evaluation of a candidate EIS and not be applicable to end use devices. This seemed to be an unacceptable approach.

Experience has shown that a company interested in evaluating candidate encapsulated EIS has moulds that can provide usable and acceptable test objects. In order to maintain reasonable test costs, TC 98 has recognized and supported flexibility in the design of the test objects.

In addition, all EIS evaluations in accordance with IEC 61857 are relative comparisons between a reference EIS and a candidate EIS. If the two EISs involved have a similar design, the purpose of the comparison will be achieved. Hence, the wording for the construction of the test object stated that the physical shape and assembly should be similar to each other. This wording allows for the evaluation of such aspects as different wall thickness, different configurations of bobbin walls and/or different types of encapsulants.

Experience has also shown that because the dielectric withstand voltage stress is fixed, significant differences in wire sizes will shift the life at a given ageing temperature. The patterns between dielectric withstand stresses and the hours of life at a given ageing temperature must be correlated in the test procedure. Based on this, the guidelines contained in this part of IEC 61857 recommend that while the wire sizes may differ between the wire used in the reference EIS and the candidate EIS, the sizes used should be kept within 0,2 mm of each other.

Bibliography

IEC 60050-195, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	15
INTRODUCTION	17
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives	18
3 Termes et définitions	18
4 Construction	19
4.1 Informations générales	19
4.2 Composants de l'ECM	19
4.3 Assemblage de l'ECM	19
4.4 Similitude de l'ECM de référence et du modèle candidat	20
5 Nombre d'éprouvettes	20
6 Procédures d'essai	20
6.1 Généralités	20
6.2 Essais de vérification initiale	20
6.2.1 Généralités	20
6.2.2 Essai diélectrique initial	20
6.3 Essai d'endurance thermique	21
6.3.1 Cycle d'essai d'endurance	21
6.3.2 Vieillessement thermique	21
6.3.3 Contrainte mécanique	22
6.3.4 Choc thermique	22
6.3.5 Exposition à l'humidité	22
6.3.6 Essai de diagnostic diélectrique	22
7 Critère de fin de vie	23
8 Analyse, rapport et classification	23
Annexe A (informative) Similitude des éprouvettes de référence et candidat	24
Bibliographie	25
Tableau 1 – Essais de diagnostic diélectrique initial pour l'ECM	21
Tableau 2 – Procédures de diagnostic pour les ECM	22

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUES –
PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –****Partie 22: Exigences particulières pour modèle de bobine encapsulée –
Système d'isolation électrique (SIE) à enroulements à fil**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI 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 61857-22 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 2002, et elle constitue une révision rédactionnelle pour rendre la présente norme compatible avec les Parties 1 et 21.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
112/91/CDV	112/99/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61857, présentées sous le titre général *Systèmes d'isolation électriques – Procédures d'évaluation thermique*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Une série de parties qui comprendra la CEI 61857 est actuellement en cours de développement, chacune de ces parties concernera une éprouvette et/ou une application particulière avec une procédure d'essai associée.

Les parties complémentaires seront développées en coopération avec les comités d'études de la CEI qui sont responsables de matériels.

SYSTÈMES D'ISOLATION ÉLECTRIQUES – PROCÉDURES D'ÉVALUATION THERMIQUE –

Partie 22: Exigences particulières pour modèle de bobine encapsulée – Système d'isolation électrique (SIE) à enroulements à fil

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61857 indique une procédure d'usage général pour l'évaluation des systèmes d'enroulement à fil utilisant un modèle de bobine encapsulée (ECM: *Encapsulated Coil Model*) pour usage général lorsque l'application est inconnue.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

CEI 61857-1:2004, *Systèmes d'isolation électrique – Procédures d'évaluation thermique – Partie 1: Exigences générales – Basse tension*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 61857-1, ainsi que les définitions suivantes, s'appliquent:

3.1 encapsulant

matériau d'isolation électrique (MIE) qui entoure totalement la bobine à l'exception des connexions vers l'extérieur, et qui forme une partie du système d'isolation électrique (SIE)

NOTE Le modèle de bobine encapsulée (ECM) n'utilise pas d'enveloppe supplémentaire.

3.2 encapsulage

processus d'application d'un encapsulant

NOTE Dans le cadre de l'évaluation d'un système d'isolation électrique (SIE), le processus peut être constitué d'un moulage par injection, compression, projection ou répondant à d'autres techniques.

3.3 corps de bobine

forme autour de laquelle une bobine est bobinée

3.4 bobine

bobinage continu d'un fil isolé

3.5 isolant inter bobines

matériau isolant électrique (MIE) placé entre chacune des bobines

3.6

mettre à la terre

réaliser une liaison électrique entre un point donné d'un réseau, d'une installation ou d'un matériel et une terre locale

[VEI 195-01-08]

3.7

isolation par rapport à la terre

matériau isolant électrique (MIE) placé entre une bobine et la partie métallique mise à la terre

4 Construction

4.1 Informations générales

L'ECM sert à l'évaluation de la compatibilité du MIE utilisé dans un SIE candidat. Il peut aussi simuler l'influence des processus réels de fabrication, comme par exemple les techniques de bobinage, de raccordement et d'encapsulage.

Les parties essentielles de l'ECM sont constituées d'un corps de bobine, de fils de bobinage, de connecteurs filaires, et de l'encapsulant.

Les fils de bobinage peuvent être reliés à des bornes ou à des fils de connexion séparés, chacun pouvant se prolonger au travers de la paroi de l'encapsulant.

4.2 Composants de l'ECM

Le modèle de bobine encapsulée s'est composé des éléments suivants:

- a) Bobine: les bobines peuvent être enroulées en deux fils parallèles (bobinage bifilaire), ou peuvent être enroulées sur un seul fil.
- b) Fil: fil de bobinage revêtu d'un film épais, dont la taille préférentielle est comprise entre 0,4 mm et 0,6 mm.
- c) Isolation par rapport à la terre: le MIE utilisé comme corps de bobine et le MIE utilisé comme faisant fonction d'encapsulant, comme par exemple les socles isolants de bobines par rapport à la terre. Les MIE évalués comme corps de bobine uniquement ne doivent pas être utilisés comme matériaux encapsulants. Un MIE utilisé comme matériau encapsulant doit être évalué en tant que tel.
- d) Ruban: du ruban électrique peut être utilisé, mais, à moins qu'il ne soit contraint et évalué électriquement, le ruban ne fait pas partie du SIE.
- e) Connecteur: les fils de bobinage sont connectés à des bornes ou à des fils d'alimentation à l'intérieur de l'encapsulant. Ces connexions sont des parties essentielles de l'ECM.
- f) Vernis/résine électrique d'imprégnation: celui-ci (ou celle-ci) peut faire partie du SIE, s'il est appliqué avant le processus d'encapsulage.

NOTE Un châssis métallique ou un empilage en couches pouvant être incorporé à l'éprouvette ne constitue pas une partie essentielle de l'éprouvette s'il ne remplit pas la fonction de chemin par défaut.

4.3 Assemblage de l'ECM

L'ECM s'assemble comme suit:

- a) Embobiner le fil de bobinage sur le corps de la bobine en utilisant les techniques de bobinage agréées.
- b) Si cela s'applique, utiliser du ruban de qualité électrique ou d'autres composants pour mettre en place et fixer le fil de bobinage.

- c) Relier le fil de bobinage aux bornes ou aux fils d'alimentation.
- d) Si elle ou il fait partie du SIE candidat, appliquer la résine ou le vernis d'imprégnation.
- e) Appliquer le matériau encapsulant.

4.4 Similitude de l'ECM de référence et du modèle candidat

Il faut que la forme physique et l'assemblage du modèle de référence et de l'ECM candidat soient similaires. Il est essentiel que les dimensions du fil de bobinage utilisé dans le modèle de référence et l'ECM candidat soient dans la marge de $\pm 0,2$ mm l'une de l'autre. Se référer à l'Annexe A pour plus d'information. Les informations de construction sur les modèles de référence et candidat doivent être indiquées, conformément au 7.4 de la CEI 61857-1:2004.

5 Nombre d'éprouvettes

Le nombre minimal d'éprouvettes pour chaque SIE et pour chaque température de vieillissement doit être de dix.

6 Procédures d'essai

6.1 Généralités

Toutes les éprouvettes doivent être soumises à des vérifications initiales qui sont suivies de cycles d'essai d'endurance thermique répétés selon l'ordre suivant:

- a) un sous-cycle vieillissement thermique;
- b) un sous-cycle de contraintes mécaniques de diagnostic préalable, d'exigences supplémentaires correspondant au diagnostic préalable et d'exposition à l'humidité, dans cet ordre;
- c) un essai de diagnostic diélectrique.

6.2 Essais de vérification initiale

6.2.1 Généralités

Avant d'être exposées à une température élevée pour le premier cycle de vieillissement thermique, toutes les éprouvettes doivent être soumises à des essais de vérification initiale pour éliminer les éprouvettes défectueuses. Les essais de vérification initiale doivent comporter les étapes suivantes, effectuées dans cet ordre:

- a) inspection visuelle;
- b) essai diélectrique initial (voir 6.2.2);
- c) contraintes mécaniques (voir 6.3.3);
- d) choc thermique, comme requis (voir 6.3.4);
- e) exposition à l'humidité (voir 6.3.5);
- f) essai de diagnostic diélectrique (voir 6.3.6).

6.2.2 Essai diélectrique initial

Un essai de vérification initiale utilisant des techniques diélectriques doit être effectué sur chaque éprouvette de l'ECM avant d'appliquer d'autres contraintes de prédiagnostic et de vieillissement thermique; voir le Tableau 1.

Tableau 1 – Essais de diagnostic diélectrique initial pour l'ECM

Essai	Méthode	Tension V	Critère d'acceptation
Fil dans une bobine à un seul brin	Variation de la résistance	Appliquer une tension continue, ce qui conduit à une intensité de courant maximal admissible pour laquelle la résistance active du bobinage peut être mesurée. ^a	Diminution <3 % de la résistance de la bobine à la conception
Fils dans les bobines bifilaires	Entre conducteurs	400 ± 40	0,5 A à 0,75 A
Entre bobines (pour les constructions à plusieurs bobines)	Maintien diélectrique	2 000 ± 100	(40 ± 10) mA
Isolation par rapport à la terre	Maintien diélectrique	2 000 ± 100	(40 ± 10) mA

^a Au maximum 1 A/mm² de section transversale.

Suivre alors les étapes suivantes:

- la tension d'essai de diagnostic diélectrique initial doit être appliquée pendant au moins 60 s;
- le claquage doit correspondre au courant tel qu'il est défini ci-dessus, avant la fin de la période de temps;
- la fréquence de la tension d'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

NOTE L'application instantanée de la tension maximale n'est pas recommandée. Il est recommandé que les protections contre les tensions de chocs soient incluses dans le circuit d'essai pour supprimer les pics involontaires de tension élevée.

Pour les éprouvettes évaluées par application de la tension, des coupe-circuits électromécaniques de surintensité précalibrée avec un temps de déclenchement de 2 s à 3 s ont été utilisés avec succès pour détecter les claquages.

La cause du claquage doit être déterminée. Si le SIE a claqué, il faut éliminer cet ECM pour la suite des essais. Si le SIE n'a pas claqué et si la défaillance peut être réparée sans perturber le SIE, on peut refaire l'essai de l'ECM et reprendre le programme d'essai si le modèle réussit l'essai.

6.3 Essai d'endurance thermique

6.3.1 Cycle d'essai d'endurance

Après les essais de vérification initiale, toutes les éprouvettes doivent être soumises à des cycles d'essais d'endurance thermique répétés, réalisés dans l'ordre suivant:

- sous-cycle de vieillissement thermique;
- sous-cycle de contrainte mécanique;
- sous-cycle de choc thermique;
- sous-cycle d'exposition à l'humidité;
- essai de diagnostic diélectrique.

6.3.2 Vieillissement thermique

Le vieillissement thermique, comprenant le choix de la température de vieillissement, les durées de vieillissement initial et les procédures de vieillissement doit être réalisé conformément au 6.3 de la CEI 61857-1:2004.

Les étuves doivent être utilisées conformément au 6.3.4 de la CEI 61857-1:2004.

6.3.3 Contrainte mécanique

La contrainte mécanique doit être appliquée en montant des éprouvettes sur une table vibrante et en les exposant pendant une durée de 55 min à 65 min à des vibrations sinusoïdales à une fréquence comprise entre 48 Hz et 62 Hz, avec une accélération constante de $(14,7 \pm 3) \text{ ms}^{-2}$. Aucune tension ne doit être appliquée pendant ce laps de temps.

6.3.4 Choc thermique

Sauf accord entre toutes les parties, les SIE de référence et candidat doivent être exposés à un choc thermique à basse température. Le choc thermique doit être appliqué en plaçant directement les ECM dans les conditions ambiantes, dans une étuve à basse température portée à $(-20 \pm 5) \text{ }^\circ\text{C}$ pendant au moins 2 h. Aucune tension ne doit être appliquée pendant ce laps de temps.

6.3.5 Exposition à l'humidité

L'essai d'exposition à l'humidité avec condensation visible doit être appliqué conformément au 6.6 de la CEI 61857-1 :2004.

6.3.6 Essai de diagnostic diélectrique

Après chaque cycle de vieillissement et après le conditionnement décrit en 6.3.3 à 6.3.5, évaluer les éprouvettes de l'ECM conformément à l'essai de diagnostic diélectrique défini dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Procédures de diagnostic pour les ECM

Essai	Méthode	Tension V	Fin de vie
Fil dans une bobine à un seul brin	Variation de la résistance	Appliquer une tension continue, ce qui conduit à une intensité de courant maximal admissible pour laquelle la résistance active du bobinage peut être mesurée. ^a	Diminution ≥ 10 % de la résistance de la bobine à la conception
Fils dans les bobines bifilaires	Entre conducteurs	110 ± 10	0,5 A à 0,75 A
Entre bobines (pour les constructions à plusieurs bobines)	Maintien diélectrique	600 ± 30	0,5 A à 0,75 A
Isolation par rapport à la terre	Maintien diélectrique	$2\ 000 \pm 100$	$(40 \pm 10) \text{ mA}$

^a Au maximum 1 A/mm^2 de section transversale.

Suivre alors les étapes suivantes:

- tensions d'essai de diagnostic diélectrique, sauf pour la variation de la mesure de la résistance, qui doivent être appliquées pendant au moins 10 min;
- la tension d'essai de diagnostic diélectrique pour la variation de la résistance doit être appliquée pendant au moins 60 s;
- le claquage doit correspondre au courant tel qu'il est défini ci-dessus, avant la fin de la période de temps.
- la fréquence de la tension d'essai doit être comprise entre 48 Hz et 62 Hz.

NOTE L'application instantanée de la tension maximale n'est pas recommandée. Il est recommandé que les protections contre les tensions de chocs soient incluses dans le circuit d'essai pour supprimer les pics involontaires de tension élevée.

Pour les éprouvettes évaluées par application d'une tension, des coupe-circuits électromécaniques à surintensité précalibrée, avec un temps de déclenchement de 2 s à 3 s, ont été utilisés avec succès pour détecter les claquages.

Dans le but de vérifier l'état des éprouvettes et de déterminer la fin de vie, l'essai de diagnostic diélectrique doit être appliqué après chaque exposition successive à l'humidité, soit sur l'éprouvette encore dans la chambre de condensation, soit immédiatement après son retrait alors qu'elle est encore humide.

7 Critère de fin de vie

Le critère de fin de vie pour chaque éprouvette doit être l'impossibilité d'un ECM à supporter la tension appliquée pendant la durée requise qui est indiquée dans le Tableau 2. La cause du claquage doit être déterminée. Si le SIE a claqué, il faut éliminer cet ECM pour la suite des essais. Si le SIE n'a pas claqué et si la défaillance peut être réparée sans perturber le SIE, il convient de reprendre le programme d'essais.

8 Analyse, rapport et classification

L'analyse, le rapport et la classification doivent être conformes à l'Article 7 de la CEI 61857-1:2004.

Annexe A (informative)

Similitude des éprouvettes de référence et candidat

Le comité d'études 98 a développé cette partie de la CEI 61857 avec comme objectif d'essayer de conserver une approche économique pour réaliser les éprouvettes. Le souci principal du CE 98 était le coût élevé qui pouvait résulter de la tentative de ne spécifier qu'une seule dimension d'éprouvette ou de spécifier des dimensions préférentielles. Une telle proposition nécessiterait que les entreprises fassent un effort financier important pour fabriquer un moule qui ne serait vraisemblablement applicable qu'au seul moulage d'éprouvettes destinées à évaluer le SIE candidat, et qui ne serait pas utilisable pour des dispositifs prévus pour être utilisés en fin de vie. Cela semblait être une approche inacceptable.

L'expérience a montré que les entreprises intéressées par l'évaluation des SIE candidats disposent de moules qui peuvent réaliser des éprouvettes utilisables et acceptables. Pour conserver l'essai à un coût raisonnable, le CE 98 a reconnu et accepté une certaine flexibilité de conception de ces éprouvettes.

De plus, tous les systèmes d'isolation électrique conformes à la CEI 61857 sont des comparaisons relatives entre un SIE de référence et un SIE candidat. Si les deux systèmes d'isolation électrique ont une conception similaire, le but de la comparaison sera atteint. Dès lors, le choix des termes pour construire des éprouvettes indiquait qu'il convenait que la forme physique et l'assemblage se ressemblent. Ce choix des termes permet l'évaluation d'aspects tels que l'épaisseur de parois différentes, les différentes configurations de parois du corps de bobine et/ou les différents types d'encapsulants.

L'expérience a également montré que si la contrainte relative à la tension de maintien diélectrique est fixée, il en résultera que des différences significatives de dimensions des fils déplaceront les durées de vie, pour une température de vieillissement donnée. Il faut que les modèles reliant contraintes de maintien diélectrique et durées de vie, pour une température de vieillissement donnée, soient corrélés pour une méthode d'essai. En se basant sur cela, les orientations qui sont contenues dans cette partie de la CEI 61857 recommandent que les dimensions utilisées soient conservées dans une marge de 0,2 mm les unes des autres, même si la dimension des fils peut différer entre les fils qui sont utilisés dans le système d'isolation électrique de référence et dans le système d'isolation électrique candidat.

Bibliographie

CEI 60050-195, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 195: Mise à la terre et protection contre les chocs électriques*

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

LICENSED TO MECON Limited. - RANCHI/BANGALORE
FOR INTERNAL USE AT THIS LOCATION ONLY, SUPPLIED BY BOOK SUPPLY BUREAU.

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch