



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Electrical insulating materials – Thermal endurance properties –  
Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating  
material**

**Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique –  
Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un  
matériau isolant**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

T

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references .....	5
3 Terms, definitions, symbols, units and abbreviations .....	5
3.1 Terms, abbreviations, and definitions .....	6
3.2 Symbols and units.....	7
3.3 Objectives of RTE determination .....	8
4 Experimental procedures.....	8
4.1 Selection of reference EIM .....	8
4.2 Selection of diagnostic test for extent of ageing.....	9
4.3 Ageing procedures .....	9
5 Calculation procedures.....	10
5.1 Thermal endurance data – Calculation of intermediate parameters.....	10
5.2 Calculation of RTE .....	11
5.3 Statistical and numerical tests .....	11
5.3.1 Tests of IEC 60216-3.....	11
5.3.2 Precision of correlation time .....	12
5.3.3 Lower confidence interval of RTE .....	12
5.3.4 Extrapolation .....	13
6 Report.....	13
6.1 Results of statistical and numerical tests .....	13
6.2 Results.....	13
6.3 Report.....	13
7 Material testing by short-term thermal ageing .....	13
8 Insulation classification .....	14
Annex A (informative) Repeatability of correlation time .....	15
Annex B (informative) Thermal class assignment.....	18
Annex C (informative) Computer program .....	20
Annex D (informative) Selection of the reference EIM .....	22
Bibliography.....	23
Figure 1 – Thermal endurance graphs.....	9
Figure 2 – Unacceptable thermal endurance graphs .....	10
Table 1 – Input parameters for the calculations concerning RTE.....	11
Table B.1 – Thermal class equivalents for insulating material .....	18
Table B.2 – $F$ -function; $p = 0,05$ .....	19
Table B.3 – $t$ -function.....	19

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

### **ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –**

#### **Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material**

#### 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 60216-5 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems.

This third edition cancels and replaces the second edition, published in 2003, and constitutes a technical revision.

This third edition clarifies and corrects a few items and adds an Annex D which provides criteria for the selection of the reference (or reference EIM). The third edition provides instructions for deriving a provisional estimate of the temperature up to which a material may give satisfactory performance in an application (by comparative thermal ageing with a material of known performance).

This standard is to be read in conjunction with IEC 60216-1, IEC 60216-2 and IEC 60216-3.

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

FDIS	Report on voting
112/89/FDIS	112/94/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.

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

The list of all the parts of the IEC 60216 series, under the general title *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*, 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.

The contents of the corrigendum of December 2009 have been included in this copy.

## **ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –**

### **Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material**

#### **1 Scope**

This part of IEC 60216 specifies the experimental and calculation procedures to be used for deriving the relative thermal endurance index of a material from experimental data obtained in accordance with the instructions of IEC 60216-1 and IEC 60216-2. The calculation procedures are supplementary to those of IEC 60216-3.

Guidance is also given for assessment of thermal ageing after a single fixed time and temperature, without extrapolation.

The experimental data may in principle be obtained using destructive, non-destructive or proof tests, although destructive tests have been much more extensively employed. Data obtained from non-destructive or proof tests may be “censored”, in that measurement of times taken to reach the endpoint may have been terminated at some point after the median time but before all specimens have reached end-point (see IEC 60216-1).

Guidance is given for preliminary assignment of a thermal class for an insulating material, based upon the thermal ageing performance.

The calculation procedures of this standard also apply to the determination of the thermal class of an electrical insulation system when the thermal stress is the prevailing ageing factor.

#### **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 60216-1:2001, *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60216-3:2006, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

## SOMMAIRE

AVANT PROPOS .....	25
1 Domaine d'application .....	27
2 Références normatives .....	27
3 Termes, définitions, symboles, unités et abréviations .....	27
3.1 Termes, abréviations et définitions .....	28
3.2 Symboles et unités .....	29
3.3 Objectifs de la détermination de RTE .....	30
4 Procédures expérimentales .....	30
4.1 Sélection d'un MIE de référence .....	30
4.2 Choix d'un essai de diagnostic pour l'importance du vieillissement .....	31
4.3 Procédures de vieillissement .....	31
5 Procédures de calcul .....	33
5.1 Données d'endurance thermique – Calcul des paramètres intermédiaires .....	33
5.2 Calcul de la RTE .....	33
5.3 Essais statistiques et numériques .....	34
5.3.1 Essais de la CEI 60216-3 .....	34
5.3.2 Précision du temps de corrélation .....	34
5.3.3 Intervalle de confiance inférieur de la RTE .....	34
5.3.4 Extrapolation .....	35
6 Rapport .....	35
6.1 Résultats des essais statistiques et numériques .....	35
6.2 Résultats .....	35
6.3 Rapport .....	36
7 Essais de matériau par vieillissement thermique de courte durée .....	36
8 Classification de l'isolement .....	37
Annexe A (informative) Répétabilité du temps de corrélation .....	38
Annexe B (informative) Attribution des classes thermiques .....	41
Annexe C (informative) Programme informatique .....	43
Annexe D (informative) Sélection du MIE de référence .....	45
Bibliographie .....	47
Figure 1 – Graphique d'endurance thermique .....	32
Figure 2 – Graphique d'endurance thermique inacceptable .....	32
Tableau 1 – Paramètres d'entrée pour les calculs concernant la RTE .....	33
Tableau B.1 – Equivalences des classes thermiques pour matériau isolant .....	41
Tableau B.2 – Fonction $F$ ; $p = 0,05$ .....	42
Tableau B.3 – Fonction $t$ .....	42

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### **MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –**

#### **Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant**

##### AVANT PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, 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 60216-5 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Evaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique.

Cette troisième édition annule et remplace la seconde édition publiée en 2003 dont elle constitue une révision technique.

Cette troisième édition clarifie et corrige quelques points et ajoute une Annexe (D) qui fournit des critères pour la sélection de référence ou de la référence MIE. Cette troisième édition fournit des instructions permettant de déduire une estimation temporaire de la température jusqu'à laquelle un matériau peut fournir une performance satisfaisante dans une application (par un essai de vieillissement thermique comparatif par rapport à un matériau de performance connue).

Cette norme doit être lue conjointement avec la CEI 60216-1, la CEI 60216-2 et la CEI 60216-3.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
112/89/FDIS	112/94/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.

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

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60216, présentées sous le titre général *Matériaux isolants électriques - Propriétés d'endurance 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.

Le contenu du corrigendum de décembre 2009 a été pris en considération dans cet exemplaire.



## **MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –**

### **Partie 5: Détermination de l'indice d'endurance thermique relatif (RTE) d'un matériau isolant**

#### **1 Domaine d'application**

La présente partie de la CEI 60216 spécifie les procédures expérimentales et de calcul à utiliser pour déduire l'indice d'endurance thermique relatif d'un matériau à partir des données expérimentales obtenues conformément aux instructions de la CEI 60216-1 et de la CEI 60216-2. Les procédures de calcul s'ajoutent à celles indiquées dans la CEI 60216-3.

Des orientations sont également données pour évaluer le vieillissement thermique après une seule durée déterminée et une seule température, sans extrapolation.

Les données expérimentales peuvent en principe être obtenues en utilisant des essais destructifs, non destructifs ou d'épreuve, même si les essais destructifs ont été utilisés de manière beaucoup plus étendue. Les données obtenues à partir des essais non destructifs et d'épreuve peuvent être "censurées", dans le cas où la mesure du temps effectuée pour atteindre la fin de vie peut avoir été déterminée à un certain point après la durée moyenne, mais avant que toutes les éprouvettes n'aient atteint leur fin de vie (voir la CEI 60216-1).

Des orientations sont données pour l'attribution préliminaire d'une classe thermique pour un matériau isolant, fondée sur les performances de vieillissement thermique.

Les procédures de calcul de la présente norme sont également applicables à la détermination de la classe thermique d'un système d'isolation électrique lorsque la contrainte thermique est le facteur de vieillissement prédominant.

#### **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 60216-1:2001, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

CEI 60216-2, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

CEI 60216-3:2006, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Part 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*