



# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE



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

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

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

ICS 19.020; 29.020; 29.035.01

ISBN 978-2-8322-6014-2

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

## CONTENTS

FOREWORD .....	4
1 Scope .....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms, definitions, symbols and units .....	7
3.1 Terms and definitions.....	7
3.2 Symbols and units .....	8
4 Objectives of RTI determination.....	10
5 Experimental procedures .....	10
5.1 Selection of reference EIM.....	10
5.2 Selection of diagnostic test for extent of ageing .....	10
5.3 Ageing procedures.....	10
6 Calculation procedures .....	11
6.1 Thermal endurance data – Calculation of intermediate parameters .....	11
6.2 Calculation of RTI.....	12
6.3 Statistical and numerical tests .....	13
6.3.1 Tests of IEC 60216-3.....	13
6.3.2 Precision of correlation time .....	13
6.3.3 Lower confidence interval of RTI.....	13
6.3.4 Extrapolation .....	14
7 Results and report .....	14
7.1 Results of statistical and numerical tests .....	14
7.2 Results .....	14
7.3 Report .....	15
8 Material testing by short-term thermal ageing .....	15
9 Insulation classification.....	16
Annex A (informative) Repeatability of correlation time .....	17
A.1 Overview .....	17
A.2 <i>F</i> -test for linearity.....	17
A.3 Standard error of the difference of two means.....	17
A.4 Student's <i>t</i> -test for difference of two means .....	18
A.5 Combination of data.....	19
Annex B (informative) Thermal class assignment.....	20
Annex C (informative) Computer program .....	23
C.1 General.....	23
C.1.1 Overview .....	23
C.1.2 Convenience program execution.....	24
C.2 Structure of data files used by the program.....	25
C.3 Executing the calculation of RTI.....	26
C.4 Output files and graph.....	26
Annex D (informative) Selection of the reference EIM .....	28
D.1 Overview .....	28
D.2 Designation of reference EIM.....	28
D.3 Reporting items for reference EIM.....	28
Bibliography.....	29

Figure 1 – Thermal endurance graphs.....	11
Figure 2 – Unacceptable thermal endurance graphs .....	11
Figure C.1 – Shortcut property dialog for program launch .....	25
Figure C.2 – Thermal endurance graphs .....	26
Figure C.3 – Example thermal endurance graphs.....	27
Table 1 – Input parameters for the calculations concerning RTI .....	12
Table B.1 – Thermal class equivalents for insulating material .....	20
Table B.2 – $F$ - function; $p = 0,05$ .....	21
Table B.3 – $t$ -function.....	22

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

#### **Part 5: Determination of relative temperature index (RTI) 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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) 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.

IEC 60216-5 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems. It is an International Standard.

This fourth edition cancels and replaces the third edition published in 2008. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Annex C “Computer program” has been completely reworked;
- b) in 3.1, the terms “ATE” and “RTE” were replaced by “ATI” and “RTI” to emphasize their reference to an electrical insulating material (EIM).

This standard is to be read in conjunction with IEC 60216-1:2013, IEC 60216-2:2005 and IEC 60216-3:2021.

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

Draft	Report on voting
112/582/FDIS	112/588/RVD

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

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

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). The main document types developed by IEC are described in greater detail at [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

A list of all parts in the IEC 60216 series, published 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 document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under [webstore.iec.ch](http://webstore.iec.ch) in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

**IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.**

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

### **Part 5: Determination of relative temperature index (RTI) of an insulating material**

#### **1 Scope**

This part of IEC 60216 specifies the experimental and calculation procedures to be used for deriving the relative temperature 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 can 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 can be “censored”, in that measurement of times taken to reach the endpoint 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 electrical insulating material (EIM), based upon the thermal ageing performance.

While the thermal classification of an EIM is not directly related to the thermal classification of an electrical insulation system (EIS), the thermal classification of an EIS follows the same concepts as presented in this part of the 60216 series. The calculation procedures of this standard apply to the determination of the thermal class of an EIS when the thermal stress is the prevailing ageing factor.

#### **2 Normative references**

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

IEC 60216-1:2013, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results*

IEC 60216-2:2005, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria*

IEC 60216-3:2021, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	32
1 Domaine d'application .....	34
2 Références normatives .....	34
3 Termes, définitions, symboles et unités .....	35
3.1 Termes et définitions .....	35
3.2 Symboles et unités .....	36
4 Objectifs de la détermination de l'ITR .....	38
5 Procédures expérimentales .....	38
5.1 Choix du MIE de référence .....	38
5.2 Choix d'un essai de diagnostic pour l'importance du vieillissement .....	38
5.3 Procédures de vieillissement .....	38
6 Procédures de calcul .....	40
6.1 Données d'endurance thermique – Calcul des paramètres intermédiaires .....	40
6.2 Calcul de l'ITR .....	40
6.3 Essais statistiques et numériques .....	41
6.3.1 Essais de l'IEC 60216-3 .....	41
6.3.2 Précision du temps de corrélation .....	41
6.3.3 Intervalle inférieur de confiance de l'ITR .....	41
6.3.4 Extrapolation .....	42
7 Résultats et rapport .....	42
7.1 Résultats des essais statistiques et numériques .....	42
7.2 Résultats .....	43
7.3 Rapport .....	43
8 Essais de matériau par vieillissement thermique de courte durée .....	43
9 Classification de l'isolement .....	44
Annexe A (informative) Répétabilité du temps de corrélation .....	45
A.1 Vue d'ensemble .....	45
A.2 Essai $F$ pour la linéarité .....	45
A.3 Erreur type de la différence de deux moyennes .....	45
A.4 Essai $t$ de "Student" pour la différence de deux moyennes .....	46
A.5 Combinaison des données .....	47
Annexe B (informative) Affectation des classes thermiques .....	48
Annexe C (informative) Programme informatique .....	51
C.1 Généralités .....	51
C.1.1 Vue d'ensemble .....	51
C.1.2 Exécution pratique du programme .....	52
C.2 Structure des fichiers de données utilisés par le programme .....	53
C.3 Exécution du calcul de l'ITR .....	54
C.4 Fichiers de sortie et graphique .....	54
Annexe D (informative) Choix du MIE de référence .....	56
D.1 Vue d'ensemble .....	56
D.2 Désignation d'un MIE de référence .....	56
D.3 Communication des informations relatives au MIE de référence .....	56
Bibliographie .....	58

Figure 1 – Graphique d'endurance thermique.....	39
Figure 2 – Graphique d'endurance thermique inacceptable.....	39
Figure C.1 – Boîte de dialogue des propriétés du raccourci pour le lancement du programme.....	53
Figure C.2 – Graphique d'endurance thermique.....	54
Figure C.3 – Exemple de graphique d'endurance thermique.....	55
Tableau 1 – Paramètres d'entrée pour le calcul de l'ITR.....	40
Tableau B.1 – Équivalences des classes thermiques pour matériau isolant.....	48
Tableau B.2 – Fonction $F$ ; $p = 0,05$ .....	49
Tableau B.3 – Fonction $t$ .....	50



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

#### Partie 5: Détermination de l'indice de température relatif (ITR) d'un matériau isolant

##### AVANT-PROPOS

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

L'IEC 60216-5 a été établie par le comité d'études 112 de l'IEC: Évaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition parue en 2008. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) l'Annexe C "Programme informatique" a été complètement remaniée;
- b) en 3.1, les termes "ATE" et "RTE" ont été remplacés par "ATI" et "ITR" pour souligner leur référence à un matériau isolant électrique (MIE).

Cette norme doit être lue conjointement avec l'IEC 60216-1:2013, l'IEC 60216-2:2005 et l'IEC 60216-3:2021.

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

Projet	Rapport de vote
112/582/FDIS	112/588/RVD

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

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

Le présent document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous [www.iec.ch/members\\_experts/refdocs](http://www.iec.ch/members_experts/refdocs). Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous [www.iec.ch/standardsdev/publications](http://www.iec.ch/standardsdev/publications).

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60216, publiées sous le titre général *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*, se trouve sur le site web de l'IEC.

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

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

**IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.**

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

### Partie 5: Détermination de l'indice de température relatif (ITR) d'un matériau isolant

#### 1 Domaine d'application

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

Des recommandations 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, des essais non destructifs ou des essais d'épreuve, même si les essais destructifs ont été utilisés de manière beaucoup plus étendue. Les données obtenues à partir d'essais non destructifs ou d'essais d'épreuve peuvent être "censurées", en ce sens que le mesurage du temps nécessaire pour atteindre le point limite a été interrompu à un moment situé après le temps médian, mais avant que toutes les éprouvettes n'aient atteint le point limite (voir l'IEC 60216-1).

Des recommandations sont données pour l'affectation préliminaire d'une classe thermique pour un matériau isolant électrique (MIE), fondée sur les performances de vieillissement thermique.

Bien que la classification thermique d'un MIE ne soit pas directement reliée à la classification thermique d'un système d'isolation électrique (EIS - electrical insulation system), celle d'un EIS suit le même concept que dans la série IEC 60216. Les procédures de calcul du présent document sont applicables à la détermination de la classe thermique d'un système d'isolation électrique (EIS) lorsque la contrainte thermique est le facteur de vieillissement prédominant.

#### 2 Références normatives

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

IEC 60216-1:2013, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai*

IEC 60216-2:2005, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai*

IEC 60216-3:2021, *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique – Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique*