



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Electrical insulating materials – Thermal endurance properties –
Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics**

**Matériaux isolants électriques – Propriétés d’endurance thermique –
Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d’endurance thermique**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX



ICS 17.220.99; 19.020

ISBN 978-2-88912-617-0

CONTENTS

FOREWORD.....	4
1 Scope.....	6
2 Normative references	6
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	6
3.1 Terms and definitions	6
3.2 Symbols and abbreviated terms.....	8
4 Principles of calculations	10
4.1 General principles	10
4.2 Preliminary calculations.....	10
4.3 Variance calculations	11
4.4 Statistical tests	12
4.5 Results.....	12
5 Requirements and recommendations for valid calculations	13
5.1 Requirements for experimental data	13
5.2 Precision of calculations.....	13
6 Calculation procedures.....	13
6.1 Preliminary calculations.....	13
6.2 Main calculations.....	17
6.3 Statistical tests.....	19
6.4 Thermal endurance graph	21
7 Calculation and requirements for results.....	21
7.1 Calculation of thermal endurance characteristics.....	21
7.2 Summary of statistical tests and reporting	22
7.3 Reporting of results	22
8 Test report.....	22
Annex A (normative) Decision flow chart.....	24
Annex B (normative) Decision table	25
Annex C (informative) Statistical tables.....	26
Annex D (informative) Worked examples	35
Annex E (informative) Computer program	42
Bibliography.....	50
Figure D.1 – Thermal endurance graph.....	39
Figure D.2 – Example 3: Property-time graph (destructive test data).....	41
Table B.1 – Decisions and actions according to tests.....	25
Table C.1 – Coefficients for censored data calculations	26
Table C.2 – Fractiles of the F -distribution, $F(0,95, f_n, f_d)$	32
Table C.3 – Fractiles of the F -distribution, $F(0,995, f_n, f_d)$	33
Table C.4 –Fractiles of the t -distribution, $t_{0,95}$	34
Table C.5 – Fractiles of the χ^2 -distribution.....	34
Table D.1 – Worked example 1 – Censored data (proof tests).....	35
Table D.2 – Worked example 2 – Complete data (non-destructive tests).....	37

This is a preview of "IEC 60216-3 Ed. 2.0 ...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

Table D.3 – Worked example 3 – Destructive tests	40
Table E.1 – Non-destructive test data	43
Table E.2 – Destructive test data	44

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics

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.

International Standard IEC 60216-3 has been prepared by IEC technical committee 112: Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems¹.

This second edition of IEC 60216-3 cancels and replaces the first edition, published in 2002, and constitutes a technical revision.

The major technical changes with regard to the first edition concern an updating of Table C.2. In addition, the scope has been extended to cover a greater range of data characteristics, particularly with regard to incomplete data, as often obtained from proof test criteria. The greater flexibility of use should lead to more efficient employment of the time available for ageing purposes. Finally, the procedures specified in this part of IEC 60216 have been extensively tested and have been used to calculate results from a large body of experimental

¹ Provisional title: IEC technical committee 112 has been formed out of a merger between subcommittee 15E and technical committee 98.

data obtained in accordance with other parts of the standard. Annex E "Computer program" has been completely reworked.

This bilingual version corresponds to the monolingual English version, published in 2006-04.

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

FDIS	Report on voting
112/26/FDIS	112/29/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.

The French version of this standard has not been voted upon.

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

IEC 60216 consists of the following parts, under the general title *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties*²:

- Part 1: Ageing procedures and evaluation of test results
- Part 2: Determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Choice of test criteria
- Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics
- Part 4: Ageing ovens
- Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material
- Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTE) of an insulating material using the fixed time frame method

NOTE This series may be extended. For revisions and new parts, see the current catalogue of IEC publications for an up-to-date list.

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.

A CD-ROM containing the computer program and data files referred to in Annex E is affixed to the back cover of this publication.

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

² Titles of existing parts in this series will be updated at the time of their next revision.

ELECTRICAL INSULATING MATERIALS – THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –

Part 3: Instructions for calculating thermal endurance characteristics

1 Scope

This part of IEC 60216 specifies the calculation procedures to be used for deriving thermal endurance characteristics from experimental data obtained in accordance with the instructions of IEC 60216-1 and IEC 60216-2, using fixed ageing temperatures and variable ageing times.

The experimental data may be obtained using non-destructive, destructive or proof tests. Data obtained from non-destructive or proof tests may be incomplete, 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.

The procedures are illustrated by worked examples, and suitable computer programs are recommended to facilitate the calculations.

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

IEC 60493-1:1974, *Guide for the statistical analysis of ageing test data – Part 1: Methods based on mean values of normally distributed test results*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	54
1 Domaine d'application	56
2 Références normatives.....	56
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	56
3.1 Termes et définitions.....	56
3.2 Symboles et abréviations	58
4 Principes des calculs.....	60
4.1 Principes généraux.....	60
4.2 Calculs préliminaires.....	60
4.3 Calculs de la variance.....	62
4.4 Essais statistiques.....	62
4.5 Résultats.....	63
5 Exigences et recommandations pour obtenir des calculs valables	63
5.1 Exigences pour des données expérimentales	63
5.2 Précision des calculs.....	64
6 Méthodes de calculs.....	64
6.1 Calculs préliminaires.....	64
6.2 Calculs principaux.....	67
6.3 Essais statistiques.....	70
6.4 Graphique d'endurance thermique.....	72
7 Calcul et exigences pour les résultats	72
7.1 Calcul des caractéristiques d'endurance thermique.....	72
7.2 Résumé des essais statistiques et rapport.....	73
7.3 Compte rendu des résultats.....	73
8 Rapport d'essai	73
Annexe A (normative) Organigramme des décisions	74
Annexe B (normative) Tableau de décisions	75
Annexe C (informative) Tableaux de statistiques	76
Annexe D (informative) Exemples développés	85
Annexe E (informative) Programme informatique	92
Bibliographie.....	100
Figure D.1 – Graphique d'endurance thermique	89
Figure D.2 – Exemple 3: Graphique de la propriété en fonction du temps (données d'essai destructif)	91
Tableau B.1 – Décisions et actions en fonction des essais.....	75
Tableau C.1 – Coefficients pour les calculs de données censurées.....	76
Tableau C.2 – Fractiles de F -distribution, $F(0,95, f_n, f_d)$	82
Tableau C.3 – Fractiles de F -distribution, $F(0,995, f_n, f_d)$	83
Tableau C.4 – Fractiles de t -distribution, $t_{0,95}$	84
Tableau C.5 – Fractiles de χ^2 -distribution	84
Tableau D.1 – Exemple développé n°1 – Données censurées (essais d'épreuve)	85
Tableau D.2 – Exemple développé n° 2 – Données complètes (essais non destructifs).....	87

This is a preview of "IEC 60216-3 Ed. 2.0 ...". [Click here to purchase the full version from the ANSI store.](#)

Tableau D.3 – Exemple développé n°3 – Essais destructifs	90
Tableau E.1 – Données d’essais non destructifs	93
Tableau E.2 – Données d’essais destructifs	94

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique

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 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 la CEI. La CEI 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 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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60216-3 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Évaluation et qualification des systèmes et matériaux d'isolement électrique¹.

Cette deuxième édition de la CEI 60216-3 annule et remplace la première édition, publiée en 2002, et constitue une révision technique.

Les modifications majeures par rapport à la première édition concernent la mise à jour du Tableau C.2. De plus, le domaine d'application a été élargi pour couvrir une plus grande gamme de caractéristiques de données, en particulier en ce qui concerne les données incomplètes, comme cela est souvent le cas pour les données obtenues à partir de critères

¹ Titre provisoire: le comité d'études 112 de la CEI a résulté de la fusion du sous-comité 15E avec le comité d'études 98.

d'essai d'épreuve. Il convient que cette plus grande souplesse d'utilisation conduise à un emploi plus efficace du temps disponible pour les essais de vieillissement. Enfin, les méthodes spécifiées dans cette partie de la CEI 60216 ont été largement soumises aux essais et ont été utilisées pour calculer les résultats à partir d'un grand nombre de données expérimentales obtenues conformément aux autres parties de la norme. L'Annexe E "Programme informatique" a été complètement remaniée.

La présente version bilingue, correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2006-04.

Le texte anglais de cette norme est issu des documents 112/26/FDIS et 112/29/RVD.

Le rapport de vote 112/29/RVD donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

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

La CEI 60216 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*²:

Partie 1: Méthodes de vieillissement et évaluation des résultats d'essai

Partie 2: Détermination des propriétés d'endurance thermique de matériaux isolants électriques – Choix de critères d'essai

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique

Partie 4: Étuves de vieillissement

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

Partie 6: Détermination des indices d'endurance thermique (TI et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la méthode de "trame de durées fixes (fixed time frame)"

NOTE Cette série peut être élargie. En ce qui concerne les révisions et les nouvelles parties, voir le catalogue en vigueur des publications CEI afin de mettre la liste à jour.

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.

Un CD-ROM comportant le programme informatique et les fichiers de données indiqués dans l'Annexe E est joint à la dernière page de cette publication.

² Les titres des normes existantes de cette série seront mis à jour lors de leurs prochaines révisions.

MATERIAUX ISOLANTS ELECTRIQUES – PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –

Partie 3: Instructions pour le calcul des caractéristiques d'endurance thermique

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60216 spécifie les méthodes de calcul à utiliser pour obtenir les caractéristiques d'endurance thermique à partir des données expérimentales obtenues conformément aux instructions de la CEI 60216-1 et de la CEI 60216-2, en utilisant des températures de vieillissement fixes et des temps de vieillissement variables.

Les données expérimentales peuvent être obtenues en utilisant des essais non destructifs, des essais destructifs et des essais d'épreuve. Les données obtenues à partir d'essais non destructifs ou d'essais d'épreuve peuvent être incomplètes, car la mesure des temps mis pour atteindre le point limite peut avoir été arrêtée à un moment situé après le temps médian, mais avant que toutes les éprouvettes n'aient atteint le point limite.

Les méthodes sont illustrées par des exemples pratiques, et des programmes informatiques adaptés sont recommandés pour faciliter les calculs.

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

CEI 60493-1:1974, *Guide pour l'analyse statistique de données d'essai de vieillissement – Partie 1: Méthodes basées sur les valeurs moyennes de résultats d'essais normalement distribués*