

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60216-6

Deuxième édition
Second edition
2006-05

**Matériaux isolants électriques –
Propriétés d'endurance thermique –**

**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)»**

**Electrical insulating materials –
Thermal endurance properties –**

**Part 6:
Determination of thermal endurance indices
(TI and RTE) of an insulating material using
the fixed time frame method**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60216-6:2006

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI** (www.iec.ch)
- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

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

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site** (www.iec.ch)
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60216-6

Deuxième édition
Second edition
2006-05

**Matériaux isolants électriques –
Propriétés d'endurance thermique –**

**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)»**

**Electrical insulating materials –
Thermal endurance properties –**

**Part 6:
Determination of thermal endurance indices
(TI and RTE) of an insulating material using
the fixed time frame method**

© IEC 2006 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	6
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Termes, définitions, symboles et abréviations.....	12
3.1 Termes, abréviations et définitions	12
3.2 Symboles et termes abrégés	18
4 Protocole FTFM.....	20
4.1 Principes et objectifs	20
5 Détermination de TI.....	22
5.1 Méthodes de vieillissement.....	22
5.2 Durées et températures de vieillissement	22
5.3 Eprouvettes d'essai	24
5.4 Essais de diagnostic.....	26
5.5 Choix des fins de vie	26
5.6 Etablissement de valeur de propriété initiale	28
5.7 Conditions de vieillissement	28
5.8 Méthode de vieillissement	28
6 Méthodes de calcul.....	30
6.1 Principes généraux.....	30
6.2 Précision des calculs.....	32
6.3 Dérivation des températures équivalentes aux valeurs de propriété.....	32
6.4 Analyse de régression (température en fonction du temps)	38
6.5 Essais statistiques.....	42
6.6 Graphique d'endurance thermique.....	46
7 Calcul et exigences pour résultats	46
7.1 Calcul des caractéristiques d'endurance thermique	46
7.2 Ecriture des résultats	48
8 Rapport.....	48
9 Détermination du RTE.....	50
9.1 Objectifs de la détermination du RTE	50
10 Symboles additionnels.....	50
11 Méthodes expérimentales.....	52
11.1 Choix du matériau de contrôle	52
11.2 Choix d'un essai de diagnostic pour l'importance du vieillissement.....	52
11.3 Méthodes de vieillissement.....	52
12 Méthodes de calcul.....	52
12.1 Principes généraux.....	52
12.2 Données d'entrée	54
12.3 RTE.....	54
12.4 Limites de confiance.....	54
12.5 Extrapolation	58

CONTENTS

FOREWORD.....	7
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions, symbols and abbreviated terms.....	13
3.1 Terms, abbreviations and definitions	13
3.2 Symbols and abbreviated terms.....	19
4 FTFM protocol.....	21
4.1 Principles and objectives.....	21
5 TI determination	23
5.1 Ageing procedures	23
5.2 Ageing times and temperatures	23
5.3 Test specimens	25
5.4 Diagnostic tests.....	27
5.5 Selection of end-points.....	27
5.6 Establishment of initial property value	29
5.7 Ageing conditions.....	29
5.8 Procedure for ageing.....	29
6 Calculation procedures.....	31
6.1 General principles	31
6.2 Precision of calculations.....	33
6.3 Derivation of temperatures equivalent to property values.....	33
6.4 Regression analysis (temperature on time).....	39
6.5 Statistical tests.....	43
6.6 Thermal endurance graph	47
7 Calculation and requirements for results.....	47
7.1 Calculation of thermal endurance characteristics.....	47
7.2 Reporting of results.....	49
8 Report.....	49
9 RTE determination.....	51
9.1 Objectives of RTE determination	51
10 Additional symbols	51
11 Experimental procedures.....	53
11.1 Selection of control material	53
11.2 Selection of diagnostic test for extent of ageing.....	53
11.3 Ageing procedures	53
12 Calculation procedures.....	53
12.1 General principles	53
12.2 Input data.....	55
12.3 RTE.....	55
12.4 Confidence limits.....	55
12.5 Extrapolation	59

13 Résultats et rapport	58
13.1 Résultats des essais statistiques et numériques	58
13.2 Résultats	58
13.3 Rapport	60
Annexe A (normative) Organigramme de décision	62
Annexe B (normative) Tableau de décision	64
Annexe C (informative) Tableaux statistiques	66
Annexe D (informative) Durées et températures de vieillissement suggérées	72
Annexe E (informative) Figures	76
Annexe F (normative) Signification statistique de la différence entre deux estimations de régression	82
Annexe G (informative) Programmes informatiques pour la CEI 60216-6	84
Figure E.1 – Graphique de la propriété en fonction de la température avec droite de régression	76
Figure E.2 – Graphique d'endurance thermique	76
Figure E.3 – Durées de vieillissement en fonction des températures en relation avec l'endurance thermique	78
Figure E.4 – Durées de vieillissement en fonction des températures en relation avec l'endurance thermique	78
Figure E.5 – Durées de vieillissement en fonction des températures en relation avec l'endurance thermique	80
Figure G.1 – Graphique d'endurance thermique	94
Tableau B.1 – Tableau de décision	64
Tableau C.1 – Fonction χ^2	66
Tableau C.2 – Fonction t	66
Tableau C.3 – Fonction F , $P = 0,05$	68
Tableau C.4 – Fonction F , $P = 0,005$	70

13 Results and report	59
13.1 Results of statistical and numerical tests	59
13.2 Result	59
13.3 Report	61
Annex A (normative) Decision flow chart	63
Annex B (normative) Decision table	65
Annex C (informative) Statistical tables	67
Annex D (informative) Suggested ageing times and temperatures	73
Annex E (informative) Figures	77
Annex F (normative) Statistical significance of the difference between two regression estimates	83
Annex G (informative) Computer programs for IEC 60216-6	85
Figure E.1 – Property-temperature graph with regression line	77
Figure E.2 – Thermal endurance graph	77
Figure E.3 – Ageing times and temperatures in relation to thermal endurance graph	79
Figure E.4 – Ageing times and temperatures in relation to thermal endurance graph	79
Figure E.5 – Ageing times and temperatures in relation to thermal endurance graph	81
Figure G.1 – Thermal endurance graph	95
Table B.1 – Decision table	65
Table C.1 – χ^2 -Function	67
Table C.2 – t -Function	67
Table C.3 – F -function, $P = 0,05$	69
Table C.4 – F -function, $P = 0,005$	71

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MATÉRIAUX ISOLANTS ÉLECTRIQUES –
PROPRIÉTÉS D'ENDURANCE THERMIQUE –****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)»**

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 60216-6 a été établie par le comité d'études 112 de la CEI: Evaluation et quantification des matériels et des systèmes d'isolation électrique.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 2003. Cette édition constitue une révision technique.

Par rapport à l'édition précédente, les modifications techniques majeures sont les suivantes.

- Cette édition a été complétée par l'Annexe G et le logiciel correspondant.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRICAL INSULATING MATERIALS –
THERMAL ENDURANCE PROPERTIES –****Part 6: Determination of thermal endurance indices (TI and RTE)
of an insulating material using the fixed time frame method**

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 60216-6 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 2003. This edition constitutes a technical revision.

The significant technical changes with respect to the previous edition are as follows.

- This new edition has been supplemented by Annex G and the corresponding software.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
112/28/FDIS	112/32/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.

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

- 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: Etuves 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 (T_I et RTE) d'un matériau isolant en utilisant la méthode de trame de durées fixes

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.

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

FDIS	Report on voting
112/28/FDIS	112/32/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.

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

- 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 protocol

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.