



IEC 60034-18-1

Edition 2.0 2010-03

# INTERNATIONAL STANDARD

# NORME INTERNATIONALE

---

**Rotating electrical machines –  
Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems – General guidelines**

**Machines électriques tournantes –  
Partie 18-1: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Principes  
directeurs généraux**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX



---

ICS 29.160

ISBN 978-2-88910-019-4

## CONTENTS

FOREWORD.....	3
INTRODUCTION.....	5
1 Scope.....	6
2 Normative references .....	6
3 Terms and definitions .....	7
3.1 General terms .....	7
3.2 Terms relating to the objects being tested .....	8
3.3 Terms relating to factors of influence and ageing factors .....	8
3.4 Terms relating to testing and evaluation .....	9
4 General aspects of functional evaluation .....	9
4.1 Introductory remarks .....	9
4.2 Effects of ageing factors .....	10
4.3 Reference/candidate insulation system.....	10
4.4 Evaluation of minor component or manufacturing changes .....	11
4.5 Functional tests.....	11
4.6 Acceptance tests.....	11
5 Thermal functional tests .....	12
5.1 General aspects of thermal functional tests .....	12
5.2 Analysis, reporting and classification.....	12
6 Electrical functional tests.....	13
6.1 General aspects of electrical functional tests.....	13
6.2 Analysis and reporting.....	13
7 Mechanical functional tests.....	14
8 Environmental functional tests.....	14
9 Multifactor functional tests.....	14
Bibliography.....	16

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems –  
General guidelines**

## 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 60034-18-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1992, and its amendment 1 published in 1996, and constitutes a technical revision.

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

- provides general guidelines for functional evaluation of different types of windings as before but beyond that for electrical evaluation of windings which are electrically stressed by converter-supply;
- is now focused on general guidelines with all technical details of procedures and qualification principles moved to the subsequent parts;

- details additional general aspects of functional evaluation, particularly the statistical procedure for comparison between reference and candidate insulation systems and the evaluation of minor component or manufacturing changes;
- contains a new acceptance test for verifying the expected production quality level of the insulation systems;
- restricts the classification of insulation systems as a result of the functional evaluation to thermal classification. Other kinds of classifications (classes) of insulation systems no longer exist.

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

FDIS	Report on voting
2/1583/FDIS	2/1592/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.

NOTE A list of cross-references of all IEC TC 2 publications can be found in the IEC TC 2 dashboard on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability 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

IEC 60034-18 comprises several parts, dealing with different types of functional evaluation and special kinds of test procedures for insulation systems of rotating electrical machines. IEC 60034-18-1 provides general guidelines for such procedures and qualification principles, whereas the subsequent parts IEC 60034-18-21, IEC 60034-18-22, IEC 60034-18-31, IEC 60034-18-32, IEC 60034-18-33, IEC 60034-18-34, IEC 60034-18-41 and IEC 60034-18-42 give detailed procedures for the various types of windings. Beyond that, part IEC 60034-18-41 and IEC 60034-18-42 contain special test procedures for electrical evaluation of windings electrically stressed by converter-supply.

The following standards provide the basis and background for the development of the previous standards:

IEC 60505 establishes the basis for estimating the ageing of electrical insulation systems under conditions of either electrical, thermal, mechanical, environmental stresses or combinations of these (multifactor stresses). It specifies the general principles and procedures that should be followed defining functional test and evaluation procedures.

The IEC 60216 series deals with the determination of thermal endurance properties of single insulating materials. On the assumption, that the Arrhenius equations describe the rate of thermal ageing, test procedures and analyzing instructions for getting characteristic parameters like the "Temperature index" (TI), the "Halving interval" (HIC) and the "Relative thermal endurance index" (RTE) are given. For all these parameters selected properties and accepted end-point-criteria are specified. Consequently, a material may be assigned with more than one temperature index, derived from the measurement of different properties and the use of different end-point criteria.

IEC 60085 deals with thermal evaluation of insulation systems used in electrical equipment. In particular, thermal classes of insulation systems are defined and designations are given, such as 130 (B), 155 (F) and 180 (H) for use in rotating machines belonging to IEC 60034-1. In the past, materials for insulation systems were often selected solely on the basis of thermal endurance of individual materials performed according to the IEC 60216 series. However, IEC 60085 recognizes that such selection may be used only for screening materials prior to further functional evaluation of a new insulation system which is not service-proven. Evaluation is performed on the basis of a comparison with a service-proven reference insulation system. Service experience is the preferred basis for assessing the thermal endurance of an insulation system.

IEC 62539 defines statistical methods to analyse times to breakdown and breakdown voltage data obtained from electrical testing of solid insulation materials, for the purposes of characterization of the system and comparison with other insulation systems. The methods of analysis are described for the Weibull-distribution but other distributions are also presented.

## ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

### Part 18-1: Functional evaluation of insulation systems – General guidelines

#### 1 Scope

This part of IEC 60034 deals with the general guidelines for functional evaluation of electrical insulation systems, used or proposed to be used in rotating electrical machines within the scope of IEC 60034-1, in order to qualify them.

#### 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 60034-1, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-18-21, *Rotating electrical machines – Part 18-21: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for wire-wound windings – Thermal evaluation and classification*

IEC 60034-18-22, *Rotating electrical machines – Part 18-22: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for wire-wound windings – Classification of changes and insulation component substitutions*

IEC 60034-18-31, *Rotating electrical machines – Part 18-31: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Thermal evaluation and classification of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV*

IEC 60034-18-32, *Rotating electrical machines – Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation of electrical endurance of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV*

IEC 60034-18-33, *Rotating electrical machines – Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Multifactor functional evaluation – Endurance under combined thermal and electrical stresses of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV*

IEC 60034-18-34, *Rotating electrical machines – Part 18-34: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Evaluation of thermomechanical endurance of insulation systems*

IEC 60034-18-41, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Qualification and type tests for Type I electrical insulation systems used in rotating electrical machines fed from voltage converters*

IEC/TS 60034-18-42, *Rotating electrical machines – Part 18-42: Qualification and acceptance tests for partial discharge resistant electrical insulation systems (Type II) used in rotating electrical machines fed from voltage converters*

IEC 60085, *Thermal evaluation and designation of electrical insulation*

IEC 60216 (all parts), *Electrical insulating materials – Properties of thermal endurance*

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

IEC 60505:2004, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	19
INTRODUCTION.....	21
1 Domaine d'application .....	22
2 Références normatives.....	22
3 Termes et définitions .....	23
3.1 Termes généraux .....	23
3.2 Termes relatifs aux objets soumis aux essais.....	24
3.3 Termes relatifs aux facteurs d'influence et aux facteurs de vieillissement.....	25
3.4 Termes relatifs aux essais et à l'évaluation .....	25
4 Aspects généraux de l'évaluation fonctionnelle.....	26
4.1 Remarques introductives .....	26
4.2 Effets des facteurs de vieillissement.....	26
4.3 Système d'isolation de référence/candidat.....	27
4.4 Evaluation de changements mineurs des composants ou des processus de fabrication .....	27
4.5 Essais fonctionnels .....	27
4.6 Essais d'acceptation.....	28
5 Essais fonctionnels thermiques .....	28
5.1 Aspects généraux des essais fonctionnels thermiques .....	28
5.2 Analyse, compte rendu et classification .....	29
6 Essais fonctionnels électriques.....	30
6.1 Aspects généraux des essais fonctionnels électriques.....	30
6.2 Analyse et compte rendu .....	30
7 Essais fonctionnels mécaniques .....	31
8 Essais fonctionnels d'environnement.....	31
9 Essais fonctionnels à plusieurs facteurs .....	31
Bibliographie.....	33

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

**Partie 18-1: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –  
Principes directeurs généraux**

## 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 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 60034-18-1 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 1992, et son amendement 1 paru en 1996, et constitue une révision technique.

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

- comme auparavant, fournit des recommandations générales pour l'évaluation fonctionnelle de différents types d'enroulements mais aussi au-delà, pour l'évaluation fonctionnelle des enroulements qui subissent une contrainte électrique du fait d'une alimentation par convertisseur;

- met l'accent sur des recommandations générales, tous les détails techniques des procédures et des principes de qualification étant déplacés vers les parties concernées;
- détaille des aspects généraux supplémentaires de l'évaluation fonctionnelle, particulièrement la procédure statistique pour dresser la comparaison entre les systèmes d'isolation candidat et de référence, ainsi que l'évaluation des changements mineurs de composants et de procédé de fabrication;
- contient un nouvel essai d'acceptation pour la vérification du niveau de qualité de production visé pour le système d'isolation;
- comme résultat de l'évaluation fonctionnelle, restreint la classification du système d'isolation à la classification thermique. Les autres sortes de classifications (classes) des systèmes d'isolation n'existent plus.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1583/FDIS	2/1592/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.

NOTE Une liste des correspondances entre toutes les publications du CE 2 de la CEI figure sur la page d'accueil du CE 2 de la CEI, 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 stabilité 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

La CEI 60034-18 comprend plusieurs parties, traitant de différents types d'évaluation fonctionnelle et de types particuliers de procédures d'essai pour les systèmes d'isolation des machines électriques tournantes. La CEI 60034-18-1 énonce les principes directeurs généraux relatifs à ces procédures et aux principes de qualification; la CEI 60034-18-21, la CEI 60034-18-22, la CEI 60034-18-31, la CEI 60034-18-32, la CEI 60034-18-33, la CEI 60034-18-34, la CEI 60034-18-41 et la CEI 60034-18-42 décrivent les procédures détaillées pour les divers types d'enroulements. En outre, les CEI 60034-18-41 et CEI 60034-18-42 contiennent des procédures d'essai spéciales d'évaluation électrique d'enroulements soumis à des contraintes électriques dues à l'alimentation du convertisseur.

Les normes suivantes constituent la base et la connaissance nécessaires pour le développement des normes citées ci-dessus:

La CEI 60505 établit la base de l'estimation du vieillissement de systèmes d'isolation électrique soumis à des contraintes électriques, thermiques, mécaniques ou environnementales ou à des combinaisons de celles-ci (contraintes à plusieurs facteurs). Elle spécifie les principes généraux et les procédures qu'il convient de suivre pour définir les procédures d'essais fonctionnels et d'évaluation.

La série CEI 60216 traite de la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux d'isolation seuls. En supposant que les équations d'Arrhénius décrivent la vitesse du vieillissement thermique, des procédures d'essai et des instructions d'analyse pour obtenir des paramètres caractéristiques tels que l'"Indice de Température" (TI, en anglais *Temperature index*), l'"Intervalle de Division par Deux" (IDC) et l'"Indice d'Endurance Thermique Relative" (RTE, en anglais *Relative thermal endurance index*) sont indiquées. Pour tous ces paramètres, des propriétés choisies et des critères de fin de vie acceptés sont spécifiés. En conséquence, à un même matériau peut être affecté plus d'un indice de température, déduit de la mesure de différentes propriétés et de l'utilisation de différents critères de fin de vie.

La CEI 60085 traite de l'évaluation thermique des systèmes d'isolation utilisés dans l'équipement électrique. En particulier, des classes thermiques de systèmes d'isolation sont définies et des désignations sont données, telles que 130 (B), 155 (F) et 180 (H) pour l'utilisation dans des machines tournantes relevant de la CEI 60034-1. Dans le passé, les matériaux pour systèmes d'isolation n'étaient souvent choisis que sur la base de l'endurance thermique des matériaux individuels selon la série CEI 60216. Toutefois, la CEI 60085 admet que ce choix ne peut être utilisé que pour sélectionner des matériaux avant de procéder à une nouvelle évaluation fonctionnelle d'un nouveau système d'isolation qui n'a pas encore fait ses preuves en service. L'évaluation est effectuée sur la base d'une comparaison avec un système d'isolation de référence qui a fait ses preuves en service. La performance en service est la base recommandée pour évaluer l'endurance thermique d'un système d'isolation.

La CEI 62539 définit des méthodes statistiques pour l'analyse des durées jusqu'à la rupture et des données de tension de rupture obtenues à partir d'essais électriques de matériaux d'isolation solides, aux fins de caractérisation du système et de comparaison avec d'autres systèmes d'isolation. Les méthodes d'analyse sont décrites pour la distribution de Weibull, mais d'autres distributions sont également présentées.

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

### Partie 18-1: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Principes directeurs généraux

#### 1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 traite des principes directeurs généraux d'évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation électrique, utilisés ou que l'on se propose d'utiliser dans les machines électriques tournantes entrant dans le domaine d'application de la CEI 60034-1, en vue de leur qualification.

#### 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 60034-1: *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-18-21: *Machines électriques tournantes – Partie 18-21: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements à fils – Evaluation thermique et classification*

CEI 60034-18-22, *Machines électriques tournantes – Partie 18-22: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements à fils – Classification des modifications et des substitutions de composants d'isolation*

CEI 60034-18-31, *Machines électriques tournantes – Partie 18-31: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV*

CEI 60034-18-32, *Machines électriques tournantes – Partie 18-32: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation électrique des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV*

CEI 60034-18-33, *Machines électriques tournantes – Partie 18-33: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation fonctionnelle à plusieurs facteurs – Endurance sous contrainte thermique et électrique combinée des systèmes d'isolation utilisés dans les machines jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV*

CEI 60034-18-34, *Machines électriques tournantes – Partie 18-34: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Evaluation de l'endurance thermomécanique des systèmes d'isolation*

CEI 60034-18-41, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Qualification et essais de type des systèmes d'isolation de type I utilisés dans des machines alimentées par convertisseurs de tension*

CEI/TS 60034-18-42, *Machines électriques tournantes – Partie 18-42: Essais de qualification et d'acceptation des systèmes d'isolation électrique résistants aux décharges partielles (Type II) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par convertisseurs de tension*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 60216 (toutes les parties), *Matériaux isolants électriques – Propriétés d'endurance thermique*

CEI 60493-1, *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*

CEI 60505:2004, *Evaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

IEC 62539, *Guide for the statistical analysis of electrical insulation breakdown data*  
(disponible uniquement en anglais)