



IEC 60034-18-1

Edition 3.0 2022-12

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

**Machines électriques tournantes –
Partie 18-1: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Lignes
directrices générales**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.160.01

ISBN 978-2-8322-6303-7

**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	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	9
3.4 Terms relating to testing and evaluation.....	9
4 General aspects of functional evaluation	10
4.1 Introductory remarks	10
4.2 Effects of ageing factors	11
4.3 Reference/candidate insulation system	11
4.4 Evaluation of minor changes by components, manufacturing or design	11
4.5 Functional tests	12
4.6 Acceptance tests	13
5 Thermal functional tests	13
5.1 General aspects of thermal functional tests.....	13
5.2 Analysis, reporting and classification	14
6 Electrical functional tests.....	15
6.1 General aspects of electrical functional tests	15
6.2 Analysis and reporting	15
7 Mechanical functional tests.....	16
8 Environmental functional tests	16
9 Multifactor functional tests.....	16
Bibliography.....	18

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.

IEC 60034-18-1 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery. It is an International Standard.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2010. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) provides general guidelines for functional evaluation of different types of windings as before but incorporates those changes, which have been introduced for the electrical qualification and evaluation of windings which are electrically stressed by converter-supply;
- b) is now focused on general guidelines with all technical details of procedures and qualification principles moved to the subsequent parts;

- c) details additional general aspects of functional evaluation and qualification, particularly the procedure for comparison between reference and candidate insulation systems, the introduction of the concept of qualification for different expected life-times in service and the evaluation of minor component or manufacturing changes.

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

Draft	Report on voting
2/2113/FDIS	2/2118/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. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/standardsdev/publications.

A list of all parts in the IEC 60034 series, published under the general title *Rotating electrical machines*, 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 in the data related to the specific document. At this date, the document 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 60034-18-31, IEC 60034-18-32, IEC TS 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 aforementioned 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 formulas describe the rate of thermal ageing of the materials, 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 60034-18-1 defines general requirements on the qualification of insulation systems, where – for thermal ageing – the Arrhenius equations do not necessarily fit, according to many experiences.

IEC 60085 deals with thermal evaluation of electrical insulation materials and in particular 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 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 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 60034-18-31, *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 rotating machines*

IEC 60034-18-32, *Rotating electrical machines – Part 18-32: Functional evaluation of insulation systems (Type II) – Electrical endurance qualification procedures for form-wound windings*

IEC TS 60034-18-33, *Rotating electrical machines – Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses*

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 60034-18-41:2014, *Rotating electrical machines – Part 18-41: Partial discharge free electrical insulation systems (Type I) used in rotating electrical machines fed from voltage converters – Qualification and quality control tests*
IEC 60034-18-41:2014/AMD1:2019

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

IEC 60034-27-3, *Rotating electrical machines – Part 27-3: Dielectric dissipation factor measurement on stator winding insulation of rotating electrical machines*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

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 60505:2011, *Evaluation and qualification of electrical insulation systems*

IEC 61858-1:2014, *Electrical insulation systems – Thermal evaluation of modifications to an established electrical insulation system (EIS) – Part 1: Wire-wound winding EIS*

IEC 61858-2:2014, *Electrical insulation systems – Thermal evaluation of modifications to an established electrical insulation system (EIS) – Part 2: Form-wound EIS*

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	21
INTRODUCTION.....	23
1 Domaine d'application	24
2 Références normatives	24
3 Termes et définitions	25
3.1 Termes généraux.....	25
3.2 Termes relatifs aux objets soumis aux essais	26
3.3 Termes relatifs aux facteurs d'influence et aux facteurs de vieillissement	27
3.4 Termes relatifs aux essais et à l'évaluation	27
4 Aspects généraux de l'évaluation fonctionnelle.....	28
4.1 Remarques introductives	28
4.2 Effets des facteurs de vieillissement	29
4.3 Système d'isolation de référence/candidat	30
4.4 Évaluation de changements mineurs des composants, des processus de fabrication ou de la conception	30
4.5 Essais fonctionnels	31
4.6 Essais d'acceptation	32
5 Essais fonctionnels thermiques	32
5.1 Aspects généraux des essais fonctionnels thermiques	32
5.2 Analyse, compte rendu et classification	32
6 Essais fonctionnels électriques.....	34
6.1 Aspects généraux des essais fonctionnels électriques	34
6.2 Analyse et compte rendu	34
7 Essais fonctionnels mécaniques	35
8 Essais fonctionnels d'environnement	35
9 Essais fonctionnels à plusieurs facteurs	36
Bibliographie.....	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 18-1: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Lignes directrices générales

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. A 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 et de ne pas avoir signalé leur existence.

L'IEC 60034-18-1 a été établie par le comité d'études 2 de l'IEC: Machines tournantes. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2010. Cette édition constitue une révision technique.

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

- a) comme auparavant, fournit des lignes directrices générales pour l'évaluation fonctionnelle de différents types d'enroulements, mais inclut les modifications qui ont été introduites pour la qualification et l'évaluation électriques des enroulements qui subissent une contrainte électrique du fait d'une alimentation par convertisseur;

- b) met désormais l'accent sur les lignes directrices générales, tous les détails techniques des procédures et des principes de qualification étant déplacés vers les parties subséquentes;
- c) décrit des aspects généraux supplémentaires de l'évaluation et de la qualification fonctionnelles, en particulier la procédure de comparaison entre les systèmes d'isolation candidat et de référence, l'introduction du concept de qualification pour différentes durées de vie en service prévues, ainsi que l'évaluation des changements mineurs de composants ou de processus de fabrication.

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

Draft	Report on voting
2/2113/FDIS	2/2118/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.

Ce 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. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/standardsdev/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60034, publiées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, 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 dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

L'IEC 60034-18 comprend plusieurs parties, qui traitent de différents types d'évaluation fonctionnelle et de types particuliers de procédures d'essai pour les systèmes d'isolation des machines électriques tournantes. L'IEC 60034-18-1 énonce les lignes directrices générales relatives à ces procédures et aux principes de qualification; l'IEC 60034-18-21, l'IEC 60034-18-31, l'IEC 60034-18-32, l'IEC TS 60034-18-33, l'IEC 60034-18-34, l'IEC 60034-18-41 et l'IEC 60034-18-42 décrivent les procédures détaillées pour les différents types d'enroulements. En outre, l'IEC 60034-18-41 et l'IEC 60034-18-42 contiennent des procédures d'essai particulières d'évaluation électrique des enroulements soumis à des contraintes électriques dues à l'alimentation par convertisseur.

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

L'IEC 60505 établit la base de l'estimation du vieillissement des systèmes d'isolation électrique dans des conditions de contraintes électriques, thermiques, mécaniques, 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 IEC 60216 traite de la détermination des propriétés d'endurance thermique des matériaux d'isolation particuliers. Partant de l'hypothèse que les formules d'Arrhenius décrivent la vitesse du vieillissement thermique des matériaux, des procédures d'essai et des instructions d'analyse sont données pour obtenir des paramètres caractéristiques tels que l'"indice de température" (IT), l'"intervalle de division par deux" (IDC) et l'"indice d'endurance thermique relatif" (RTE, *Relative Thermal Endurance Index*). Pour tous ces paramètres, des propriétés choisies et des critères de point limite acceptés sont spécifiés. En conséquence, plus d'un indice de température, déduit de la mesure de différentes propriétés et de l'utilisation de différents critères de point limite peut être affecté à un même matériau.

L'IEC 60034-18-1 définit les exigences générales pour la qualification des systèmes d'isolation, dans lesquels, pour le vieillissement thermique, les équations d'Arrhenius ne sont pas nécessairement adaptées, comme cela ressort de nombreux retours d'expérience.

L'IEC 60085 traite de l'évaluation thermique des matériaux d'isolation électrique et en particulier des systèmes d'isolation utilisés dans les équipements électriques. 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 pour des machines tournantes relevant de l'IEC 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 IEC 60216. Toutefois, l'IEC 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 privilégiée pour évaluer l'endurance thermique d'un système d'isolation.

L'IEC 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: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Lignes directrices générales

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60034 traite des lignes directrices générales pour l'évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation électrique, utilisés ou dont l'utilisation est proposée dans les machines électriques tournantes relevant du domaine d'application de l'IEC 60034-1, en vue de leur qualification.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60034-1, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

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

IEC 60034-18-31, *Machines électriques tournantes – Partie 18-31: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Procédures d'essai pour enroulements préformés – Évaluation thermique et classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines tournantes*

IEC 60034-18-32, *Machines électriques tournantes – Partie 18-32: Évaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation (Type II) – Procédures de qualification de l'endurance électrique pour enroulements préformés*

IEC TS 60034-18-33, *Rotating electrical machines – Part 18-33: Functional evaluation of insulation systems – Test procedures for form-wound windings – Multifactor evaluation by endurance under simultaneous thermal and electrical stresses* (Disponible seulement en anglais)

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

IEC 60034-18-41 :2014, *Machines électriques tournantes – Partie 18-41: Systèmes d'isolation électrique sans décharge partielle (Type I) utilisés dans des machines électriques tournantes alimentées par des convertisseurs de tension – Essais de qualification et de contrôle qualité*
IEC 60034-18-41:2014/AMD1:2019

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

IEC 60034-27-3, *Machines électriques tournantes – Partie 27-3: Mesure du facteur de dissipation diélectrique sur le système d'isolation des enroulements statoriques des machines électriques tournantes*

IEC 60085, *Isolation électrique – Évaluation et désignation thermiques*

IEC 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*

IEC 60505:2011, *Évaluation et qualification des systèmes d'isolation électrique*

IEC 61858-1:2014, *Systèmes d'isolation électrique – Évaluation thermique des modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé – Partie 1: Système d'isolation électrique à enroulements à fils*

IEC 61858-2 :2014, *Systèmes d'isolation électrique – Évaluation thermique des modifications apportées à un système d'isolation électrique (SIE) éprouvé – Partie 2: Système d'isolation électrique à enroulements préformés*

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