

**RAPPORT  
TECHNIQUE – TYPE 2  
TECHNICAL  
REPORT – TYPE 2**

**CEI  
IEC  
34-18-33**

Première édition  
First edition  
1995-03

---

---

**Machines électriques tournantes –**

**Partie 18:**

Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation –  
Section 33: 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

**Rotating electrical machines –**

**Part 18:**

Functional evaluation of insulation systems –  
Section 33: 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

© CEI 1995 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 pro-  
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**S**

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

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	4
INTRODUCTION .....	8
<b>Articles</b>	
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives .....	10
3 Généralités .....	12
3.1 Relation avec la section 1 .....	12
3.2 Désignation des procédures d'essai .....	12
3.3 Système d'isolation de référence .....	12
3.4 Vérification des essais de diagnostic .....	12
3.5 Caractéristiques des procédures d'essai .....	12
3.6 Moyens de chauffage et définition du niveau de contrainte thermique .....	14
3.7 Moyens de vieillissement électrique .....	16
3.8 Définition de la durée du sous-cycle de vieillissement .....	18
3.9 Conditions de service de référence .....	18
4 Echantillons .....	20
4.1 Construction des échantillons .....	20
4.2 Nombre d'échantillons .....	20
4.3 Essais de vérification de la qualité .....	20
4.4 Essais préliminaires de diagnostic .....	22
5 Sous-cycle de vieillissement .....	22
5.1 Niveaux des contraintes de vieillissement .....	22
5.2 Durée et nombre des sous-cycles de vieillissement .....	26
5.3 Procédure 1: sous-cycle de vieillissement avec contraintes de vieillissement simultanément .....	28
5.4 Procédure 2: sous-cycle de vieillissement avec contraintes thermiques et électriques appliquées séquentiellement .....	28
5.5 Procédure 3: sous-cycle de vieillissement lorsqu'une procédure à point unique est applicable .....	28
6 Sous-cycle de diagnostic .....	30
6.1 Essais mécaniques .....	30
6.2 Essais d'humidité .....	30
6.3 Essais de tension .....	32
6.4 Autres essais de diagnostic .....	34
7 Analyse des données, compte rendu et évaluation .....	36
7.1 Analyse des données .....	36
7.2 Compte rendu .....	36
7.3 Evaluation .....	36
Annexe A .....	38

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	5
INTRODUCTION .....	9
 Clause	
1 Scope .....	11
2 Normative references .....	11
3 General .....	13
3.1 Relationship to section 1 .....	13
3.2 Designation of test procedures .....	13
3.3 Reference insulation system .....	13
3.4 Verification of diagnostic tests .....	13
3.5 Characteristics of test procedures .....	13
3.6 Means of heating and definition of thermal stress level .....	15
3.7 Means of electrical ageing .....	17
3.8 Definition of ageing sub-cycle duration .....	19
3.9 Reference operating conditions .....	19
4 Test objects .....	21
4.1 Construction of test objects .....	21
4.2 Number of test specimens .....	21
4.3 Quality assurance tests .....	21
4.4 Initial diagnostic tests .....	23
5 Ageing sub-cycle .....	23
5.1 Ageing stress levels .....	23
5.2 Duration and number of ageing sub-cycles .....	27
5.3 Procedure 1: ageing sub-cycle with ageing stresses applied simultaneously ..	29
5.4 Procedure 2: ageing sub-cycle with sequentially applied thermal and electrical stresses .....	29
5.5 Procedure 3: ageing sub-cycle when single-point procedure is applicable .....	29
6 Diagnostic sub-cycle .....	31
6.1 Mechanical tests .....	31
6.2 Moisture tests .....	31
6.3 Voltage tests .....	33
6.4 Other diagnostic tests .....	35
7 Analyzing the data, reporting and evaluation .....	37
7.1 Analyzing the data .....	37
7.2 Reporting .....	37
7.3 Evaluation .....	37
Annex A .....	39

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

### MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

#### **Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 33: Procédures d'essais 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**

#### AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) 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. 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou lorsque, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 font l'objet d'un nouvel examen trois ans au plus tard après leur publication afin de décider éventuellement de leur transformation en Normes internationales. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

**Part 18: Functional evaluation of insulation systems –  
Section 33: 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**

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the IEC on technical matters, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 34-18-33, rapport technique de type 2, a été établie par le sous-comité 2J: Classification des systèmes d'isolation des machines tournantes, du comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

Projet de comité	Rapport de vote
2J(SEC)29	2J(SEC)38

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

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine de l'évaluation des systèmes d'isolation des machines électriques tournantes car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

L'annexe A fait partie intégrante de ce rapport technique.

IEC 34-18-33, which is a technical report of type 2, has been prepared by sub-committee 2J: Classification of insulation systems for rotating machinery, of IEC technical committee 2: Rotating machinery.

The text of this technical report is based on the following documents:

Committee draft	Report on voting
2J(SEC)29	2J(SEC)38

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

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of the evaluation of insulating systems for rotating electrical machines because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annex A forms an integral part of this technical report.

## INTRODUCTION

La section 1 de la CEI 34-18 présente les principes directeurs généraux d'évaluation et de classification des systèmes d'isolation utilisés dans les machines tournantes.

La section 33 traite exclusivement des systèmes d'isolation pour enroulements préformés et porte essentiellement sur l'évaluation fonctionnelle à plusieurs facteurs, limitée au vieillissement thermique et électrique. Elle est destinée à être un rapport technique de base, à partir duquel la norme d'essai pourra être développée.

Withdrawn

## INTRODUCTION

Section 1 of IEC 34-18 presents general guidelines for the evaluation and classification of insulation systems used in rotating machines.

Section 33 deals exclusively with insulation systems for form-wound windings, and concentrates on multifactor functional evaluation limited to thermal and electrical ageing. It is intended to be a basic technical report, from which the test standard will be developed.

Withdrawn

## MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

### **Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 33: Procédures d'essais 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**

#### **1 Domaine d'application**

Cette section de la CEI 34-18 est un rapport technique qui décrit les procédures d'essai pour l'évaluation de l'endurance à plusieurs facteurs des systèmes d'isolation, dans les cas où les facteurs de vieillissement thermique et électrique sont significatifs. Ces procédures sont destinées aux systèmes d'isolation utilisés ou que l'on se propose d'utiliser, dans les machines électriques à courant alternatif à enroulements préformés, jusqu'à et y compris 50 MVA et 15 kV. Les procédures d'essai sont comparatives puisque la performance d'un système d'isolation candidat est comparée à celle d'un système d'isolation de référence, dont l'expérience en service a été démontrée.

#### **2 Références normatives**

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour le présent Rapport technique. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision, et les parties prenantes aux accords fondés sur le présent Rapport technique sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 34-1: 1994, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 34-15: 1995, *Machines électriques tournantes – Partie 15: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées*

CEI 34-18-1: 1992, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation des machines électriques tournantes – Section 1: Principes directeurs généraux*

CEI 34-18-32: 1995, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evolution fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 32: 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 727-1: 1982, *Evaluation de l'endurance électrique des systèmes d'isolation électrique – Partie 1: Considérations générales et procédures d'évaluation basées sur une distribution normale*

CEI 792-1: 1985, *Essais fonctionnels à plusieurs facteurs de systèmes d'isolation électrique – Partie 1: Procédures d'essai*

## **ROTATING ELECTRICAL MACHINES –**

### **Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 33: 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**

#### **1 Scope**

This section of IEC 34-18 is a technical report that describes test procedures for evaluation of multifactor endurance of insulation systems in those cases where both thermal and electrical ageing factors are significant. The procedures are intended for insulation systems used, or proposed to be used, in a.c. electrical machines using form-wound windings up to and including 50 MVA and 15 kV. The test procedures are comparative in nature, so that the performance of a candidate insulation system is compared to that of a reference insulation system with proven service experience. The evaluation described in this technical report does not include stress grading.

#### **2 Normative references**

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this technical report. At the time of publication, the editions indicated are valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this technical report are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 34-1: 1994, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 34-15: 1995, *Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils*

IEC 34-18-1: 1992, *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 1: General guidelines*

IEC 34-18-32: 1995, *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 32: Test procedures for form-wound windings – Electrical evaluation of insulation systems used in machines up to and including 50 MVA and 15 kV*

IEC 727-1: 1982, *Evaluation of electrical endurance of electrical insulation systems – Part 1: General considerations and evaluation procedures based on normal distributions*

IEC 792-1: 1985, *The multi-factor functional testing of electrical insulation systems – Part 1: Test procedures*