IEC 60034-29

Edition 1.0 2008-03

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Rotating electrical machines – Part 29: Equivalent loading and superposition techniques – Indirect testing to determine temperature rise

Machines électriques tournantes – Partie 29: Techniques par charge équivalente et par superposition – Essais indirects pour déterminer l'échauffement

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 29.160

ISBN 2-8318-9598-7

CONTENTS

FOREWORD 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Symbols and units 6
4 General test requirements 7
5 Superposition method 8
5.1 Basic principles 8
5.1.1 General 8
5.1.2 Temperature rise 9
5.1.3 Estimation of temperature rise from reduced load tests 9
5.2 Induction motors 10
5.2.1 Applicable tests 10
5.2.2 Method of reduced voltage and rated current 10
5.2.3 Method of rated voltage and reduced current 13
5.2.4 Method combining tests at reduced voltage and reduced current 14
5.3 Synchronous machines 14
5.3.1 Method of open circuit, short circuit, zero excitation 14
5.3.2 Method of zero power factor and open circuit loading 16
5.4 DC machines 17
6 Equivalent load method 17
6.1 Principles 17
6.1.1 General 17
6.1.2 Temperature rise 18
6.2 Induction motors 18
6.2.1 Forward short-circuit test 18
6.2.2 Modulated frequency method 19
6.2.3 DC injection 20
6.2.4 Mixed-frequency or bi-frequency method 21
6.3 Synchronous machines – Zero power factor 24
7 Preferred methods 26
Annex A (informative) Example calculation 28

Figure 1 – Graphical superposition method for induction motors 12
Figure 2 – Derivation of field winding temperature rise at rated load (synchronous machines) 16
Figure 3 – Test circuit for d.c.-injection equivalent load test 20
Figure 4 – Mixed-frequency test – Generators in series 21
Figure 5 – Mixed-frequency test – Series transformer 22
Figure 6 – Combination of torque and current in a mixed-frequency test 23
Figure 7 – Rotor-feeding mixed-frequency method 24

Table 1 – Preferred methods 27

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 29: Equivalent loading and superposition techniques – Indirect testing to determine temperature rise

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 60034-29 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery. It cancels and replaces IEC 61986:2002 which is withdrawn.

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

FDIS	Report on voting
2/1476/FDIS	2/1491A/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.

A list of all parts of IEC 60034 series, under the general title *Rotating electrical machines*, can be found on the IEC website.

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.

INTRODUCTION

The object of this standard is to provide various indirect load tests, the purpose of which is to determine the temperature rise of rotating electrical machines, including a.c. induction machines, a.c. synchronous machines and d.c. machines. The test methods in some cases provide, in addition, means of measuring or estimating other parameters such as losses and vibration, but the methods are not designed specifically to provide such data.

The proposed test methods are considered equivalent, the choice relying only on the location, the testing equipment and the machine type, and the test result accuracy.

This standard should not be interpreted as requiring any or all of the tests on any given machine. Particular tests are subject to a special agreement between the manufacturer and the purchaser.

NOTE As the methods reproduce only approximately the thermal conditions of the machines under rated condition, temperature-rise measurement results achieved from tests with these methods may be taken as the basis for the evaluation of machine heating in accordance with 8.10 of IEC 60034-1 by agreement between the manufacturer and the purchaser.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 29: Equivalent loading and superposition techniques – Indirect testing to determine temperature rise

1 Scope

This International Standard applies to machines covered by IEC 60034-1 when they cannot be loaded to a specific condition (rated or otherwise). It is applicable to both motors and generators.

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 60034-1:2004, *Rotating electrical machines – Part 1: Rating and performance*

IEC 60034-2-1, *Rotating electrical machines – Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests (excluding machines for traction vehicles)*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 31
INTRODUCTION 33
1 Domaine d'application 34
2 Références normatives 34
3 Symboles et unités 34
4 Exigences générales d'essai 35
5 Méthode par superposition 36
5.1 Principes de base 36
5.1.1 Généralités 36
5.1.2 Echauffement 37
5.1.3 Estimation de l'échauffement à partir d'essais à charge réduite 37
5.2 Moteurs à induction 38
5.2.1 Essais applicables 38
5.2.2 Méthode de la tension réduite et du courant assigné 38
5.2.3 Méthode à tension assignée et à courant réduit 41
5.2.4 Méthode combinant des essais à tension réduite et courant réduit 43
5.3 Machines synchrones 43
5.3.1 Méthode à circuit ouvert, en court-circuit et à excitation nulle 43
5.3.2 Méthode à facteur de puissance nul et à circuit ouvert 45
5.4 Machines à courant continu 46
6 Méthode de charge équivalente 47
6.1 Principes 47
6.1.1 Généralités 47
6.1.2 Echauffement 47
6.2 Moteurs à induction 48
6.2.1 Essai de court-circuit direct 48
6.2.2 Méthode à la fréquence modulée 48
6.2.3 Injection de courant continu 49
6.2.4 Méthode de fréquence mixte ou de fréquence double 50
6.3 Machines synchrones – Facteur de puissance nul 55
7 Méthodes préférentielles 56
Annexe A (informative) Exemple de calcul 58

Figure 1 – Méthode par superposition graphique pour moteurs à induction 41
Figure 2 – Calcul de l'échauffement de l'enroulement d'excitation à charge assignée (machines synchrones) 45
Figure 3 – Circuit d'essai pour l'essai de charge équivalente à injection de courant continu 50
Figure 4 – Essai à fréquence mixte – Génératrices en série 51
Figure 5 – Essai à fréquence mixte – Transformateur en série 52
Figure 6 – Combinaison de couple et de courant dans un essai à fréquence mixte 53
Figure 7 – Méthode d'alimentation rotorique à fréquence mixte 54

Tableau 1 – Méthodes préférentielles 57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 29: Techniques par charge équivalente et par superposition – Essais indirects pour déterminer l'échauffement

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 60034-29 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes. Elle annule et remplace la CEI 61986:2002 qui est retirée.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1476/FDIS	2/1491A/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60034, présentées sous le titre général *Machines électriques tournantes*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements 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.

INTRODUCTION

La présente norme a pour objet de fournir différents essais en charge indirects destinés à déterminer l'échauffement des machines électriques tournantes, y compris les machines à induction à courant alternatif, les machines synchrones à courant alternatif et les machines à courant continu. Dans certains cas, les méthodes d'essai permettent en outre de mesurer ou d'estimer d'autres paramètres tels que les pertes et les vibrations, mais ces méthodes ne sont pas conçues spécifiquement pour fournir de telles données.

Les méthodes d'essai proposées sont considérées comme équivalentes, le choix dépendant uniquement de l'emplacement, du matériel d'essai, du type de machine et de la précision des résultats d'essai.

Il convient de ne pas interpréter la présente norme comme une exigence de réaliser un ou tous les essais qu'elle décrit sur une quelconque machine donnée. Les essais particuliers à réaliser font l'objet d'accords spéciaux entre le fabricant et l'acheteur.

NOTE Etant donné que les méthodes ne reproduisent qu'approximativement les conditions thermiques des machines observées dans des conditions assignées, le fabricant et l'acheteur peuvent convenir de prendre les résultats d'échauffement obtenus à partir de ces méthodes comme base pour l'évaluation de l'échauffement de la machine conformément à 8.10 de la CEI 60034-1.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 29: Techniques par charge équivalente et par superposition – Essais indirects pour déterminer l'échauffement

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux machines couvertes par la CEI 60034-1 lorsqu'il est impossible de les soumettre à un point de charge spécifique (assignée ou autre). Elle est applicable tant aux moteurs qu'aux génératrices.

2 Références normatives

Les documents normatifs 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 60034-1:2004, *Machines électriques tournantes – Partie 1: Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement*

CEI 60034-2-1, *Machines électriques tournantes – Partie 2-1: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction)*