IEC/TS 60034-24

Edition 1.0 2009-09

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

Rotating electrical machines – Part 24: Online detection and diagnosis of potential failures at the active parts of rotating electrical machines and of bearing currents – Application guide

Machines électriques tournantes – Partie 24: Détection et diagnostic en ligne de défaillances potentielles des parties actives de machines électriques tournantes et de courants de palier – Guide d'application

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

S

ICS 29.160

ISBN 978-2-88910-021-7

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 3
INTRODUCTION 5
1 Scope 6
2 Normative references 6
3 Terms and definitions 6
4 Basis of the diagnosis 7
5 Kinds of electrical signal analysis 10
5.1 General remarks 10
5.2 Stator current/voltage analysis 10
5.3 Induced voltages of auxiliary turns embedded into the stator slots or other magnetic sensors sensing the air-gap flux 11
5.4 Induced voltages of search coils collecting axial fluxes 14
5.5 Shaft voltage analysis 14
6 Detection of bearing currents 14
Bibliography 16

Table 1 – Most important magnetic fields in the air-gap of a three-phase cage induction motor with an integral slot stator winding under normal operating and fault conditions 8
Table 2 – Diagnosis of failures at a cage induction motor, equipped with two identical auxiliary coil systems 13

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 24: Online detection and diagnosis of potential failures at the active parts of rotating electrical machines and of bearing currents – Application guide

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.

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 specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- The subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

Technical specifications are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards.

IEC 60034-24, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

Enquiry draft	Report on voting
2/1537/DTS	2/1553A/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification 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 table 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 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

- transformed into an International standard,
- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

INTRODUCTION

Progress in design and technology has resulted in an increasing reliability of rotating electrical machines, but failures could not be eliminated completely. Since the demand for a high availability is permanently increasing, it is essential to detect deficiencies at an early stage and to recognize the origin and identify the severity of the fault in order to estimate the risk of a continuation of operation.

It would be advantageous, if the signals which are obtained by the detection methods presented in this guide, were suitable to distinguish the different failures from each other. By this means, the signal analysis can be used as input data of a complete monitoring system.

The aim of this guide is to present possible tools which are available for the intended purpose and to explain their advantages and disadvantages. The minimum requirements which shall be met by the various sensors will be discussed, whereas the detailed design rules are outside the scope of this technical specification.

This guide deals with the detection of failures at the active parts of multi-phase rotating machines (all kinds of winding faults in stator and rotor, cage deficiencies, eccentricities) and of bearing currents.

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 24: Online detection and diagnosis of potential failures at the active parts of rotating electrical machines and of bearing currents – Application guide

1 Scope

This part of IEC 60034 is applicable to the on-line detection and diagnosis of failures at the active parts of multi-phase rotating electrical machines (induction and synchronous machines) and of bearing currents. The failure analysis includes:

– interturn faults;

– phase-to-phase short-circuits;

– double earth faults and single earth faults of motors with earth connection of the star-point;

– static and dynamic eccentricities;

– cage imperfection or defects (e.g. broken bars or end-rings);

– bearing currents.

This can be achieved by tools like search coils or other magnetic sensors or partly by the analysis of the terminal voltages and currents.

The detection of the following effects is excluded from the scope:

– vibration (covered by ISO standards, e.g. ISO 10816 and ISO 7919);

– partial discharge (covered by IEC 60034-27);

– single earth-faults of motors without earth connection of the star-point;

– core imperfection.

Also excluded are special methods applicable for specific applications only (e.g. turbo generators).

2 Normative references

There are no normative references in this technical specification.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 25
INTRODUCTION 27
1 Domaine d'application 28
2 Références normatives 28
3 Termes et définitions 28
4 Fondements du diagnostic 29
5 Types d'analyses de signaux électriques 32
5.1 Généralités 32
5.2 Analyse des courants/tensions d'un stator 32
5.3 Tensions induites de spires auxiliaires incorporées dans les encoches du stator ou autres capteurs magnétiques détectant le flux de l'entrefer 33
5.4 Tensions induites de bobines de recherche recueillant des flux axiaux 36
5.5 Analyse de tension électrique de l'arbre 36
6 Courants de palier 36
Bibliographie 38

Tableau 1 – Champs magnétiques les plus importants dans l'entrefer d'un moteur triphasé à induction à cage avec un enroulement de stator à nombre entier d'encoches dans des conditions normales de fonctionnement et dans les conditions de défaut 30
Tableau 2 – Diagnostic des défaillances d'un moteur à induction à cage équipé de deux systèmes identiques de bobines auxiliaires 35

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 24: Détection et diagnostic en ligne de défaillances potentielles des parties actives de machines électriques tournantes et de courants de palier – Guide d'application

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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir le support requis pour la publication d'une Norme internationale, malgré des efforts répétés, ou
- lorsque le sujet est toujours en cours d'élaboration technique ou lorsque, pour toute autre raison, il existe une possibilité future mais non immédiate d'accord sur une Norme internationale.

Les spécifications techniques font l'objet d'un examen dans les trois années de leur publication afin de décider si elles peuvent être transformées en Normes internationales.

La CEI 60034-24, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
2/1537/DTS	2/1553A/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

NOTE Un tableau des correspondances de toutes les publications du comité d'études 2 de la CEI peut être trouvé sur le site web de la CEI, à la page d'accueil de ce comité.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "http://webstore.iec.ch" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale,
- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

INTRODUCTION

Une conséquence des progrès réalisés dans la conception et la technologie est un accroissement de la fiabilité des machines électriques tournantes, mais il n'a pas été possible d'éliminer complètement les défaillances. Du fait d'une demande toujours croissante d'une grande disponibilité, il est essentiel de détecter les anomalies à une étape précoce et de comprendre l'origine d'un défaut et d'en identifier la sévérité, afin d'estimer le risque encouru à poursuivre l'exploitation.

Il serait bénéfique que les signaux obtenus par les méthodes de détection présentées dans ce guide conviennent pour distinguer les différentes défaillances les unes des autres. Par ces moyens, on peut utiliser l'analyse des signaux en tant que données d'entrée d'un système de surveillance complet.

Le but de ce guide est de présenter les outils possibles disponibles pour le but visé, et d'expliquer leurs avantages et inconvénients. Les exigences minimales auxquelles doivent satisfaire les divers capteurs sont expliquées, mais leurs règles de conception détaillées sont hors du domaine d'application de la présente spécification technique.

Ce guide traite de la détection des défaillances des parties actives des machines tournantes polyphasées (tous types de défauts des enroulements dans le stator et le rotor, anomalies des cages, excentricités) et des courants de palier.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 24: Détection et diagnostic en ligne de défaillances potentielles des parties actives de machines électriques tournantes et de courants de palier – Guide d'application

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60034 est applicable à la détection et au diagnostic en ligne de défaillances des parties actives de machines électriques tournantes polyphasées (machines à induction et machines synchrones) et des courants de palier. L'analyse des défaillances comprend:

– les défauts entre spires;
– les courts-circuits entre phases;
– les défauts de terre doubles et les défauts de terre simples des moteurs avec connexion à la terre du point étoile;
– les excentricités statiques et dynamiques;
– les imperfections ou les défauts des cages (par exemple, barres ou bagues d'extrémité brisées);
– les courants de palier.

Cette analyse peut être réalisée au moyen d'outils tels que des bobines de recherche ou d'autres capteurs magnétiques, ou partiellement par l'analyse des tensions et des courants aux bornes de la machine.

La détection des effets suivants est exclue du domaine d'application:

– les vibrations (couvertes par les normes ISO, par exemple l'ISO 10816 et l'ISO 7919);
– les décharges partielles (couvertes par la CEI 60034-27);
– des défauts de terre simples de moteurs sans connexion à la terre du point étoile;
– une imperfection du noyau.

Les méthodes particulières applicables uniquement à des applications spécifiques (par exemple, des turbogénérateurs) sont également exclues.

2 Références normatives

La présente spécification technique ne contient pas de références normatives.