

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60034-23

Première édition
First edition
2003-02

Machines électriques tournantes –

**Partie 23:
Spécification pour le reconditionnement
des machines électriques tournantes**

Rotating electrical machines –

**Part 23:
Specification for the refurbishing
of rotating electrical machines**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC/TS 60034-23:2003

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

**CEI
IEC**

TECHNICAL SPECIFICATION

TS 60034-23

Première édition
First edition
2003-02

Machines électriques tournantes –

Partie 23: Spécification pour le reconditionnement des machines électriques tournantes

Rotating electrical machines –

Part 23: Specification for the refurbishing of rotating electrical machines

© IEC 2003 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 procédé, 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.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



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

AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application.....	10
2 Références normatives	10
3 Termes et définitions	14
4 Prescriptions de reconditionnement	16
4.1 Reconditionnement	16
4.2 Reconditionnement sans modifications de conception.....	18
4.3 Reconditionnement avec modifications de conception.....	18
4.3.1 Généralités	18
4.3.2 Prescriptions spéciales	18
4.3.3 Modifications externes	18
4.3.4 Modifications internes	20
4.3.5 Nouvelle certification	20
4.4 Vérification des performances et des caractéristiques.....	20
4.5 Atelier de reconditionnement	20
4.6 Séquence des opérations de reconditionnement	20
4.7 Techniques de débobinage.....	20
5 Autre performance et essais	20
6 Plaques signalétiques.....	22
7 Tolérances.....	22
 Annexe A (informative) Organigrammes concernant le reconditionnement.....	24
Annexe B (informative) Procédures et paramètres d'évaluation	28
Annexe C (informative) Programme qualité – Points types	42
 Bibliographie.....	44
 Figure A.1 – Organigramme du reconditionnement sans modifications de conception	24
Figure A.2 – Organigramme du reconditionnement avec modifications de conception	26

CONTENTS

FOREWORD	5
INTRODUCTION	9
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Terms and definitions	15
4 Refurbishing requirements	17
4.1 All refurbishment	17
4.2 Refurbishment without design changes	19
4.3 Refurbishment with design changes	19
4.3.1 General	19
4.3.2 Special requirements	19
4.3.3 External changes	19
4.3.4 Internal changes	21
4.3.5 Re-certification	21
4.4 Proof of performance and characteristics	21
4.5 Place of refurbishment	21
4.6 Sequence of refurbishment operations	21
4.7 Winding stripping techniques	21
5 Other performance and tests	21
6 Rating plates	23
7 Tolerances	23
Annex A (informative) Flow diagrams for refurbishment	25
Annex B (informative) Evaluation procedures and parameters	29
Annex C (informative) Quality programme – Typical items	43
Bibliography	44
Figure A.1 – Flowchart of refurbishment without design changes	25
Figure A.2 – Flowchart of refurbishment with design changes	27

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 23: Spécification pour le reconditionnement des machines électriques tournantes

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 concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels 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.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique 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'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, 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.

Les spécifications techniques 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.

La CEI 60034-23, 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
2/1182/DTS	2/1198A/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –**Part 23: Specification for the refurbishing
of rotating electrical machines****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 co-operation 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 express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, 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.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The 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 60034-23, 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
2/1182/DTS	2/1198A/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.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005.
A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-23:2003

Withdrawn

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-23:2003

Withdrawn

INTRODUCTION

Cette spécification technique couvre les prescriptions pour le reconditionnement des machines électriques tournantes et son contenu est limité aux éléments suivants:

- conformité des composants à garder dans la machine;
- établissement de la performance à atteindre par la machine;
- identification des moyens pour prouver la conformité;
- spécification du marquage essentiel additionnel pour établir la répartition de la responsabilité entre le réparateur et le fabricant d'origine.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC TS 60034-23:2003

Withdrawing

INTRODUCTION

This Technical Specification covers requirements for the refurbishing of electrical rotating machines and is limited to:

- confirming the integrity of components to be retained in the machine;
- establishing the performance to be achieved by the machine;
- identifying the means of proving compliance;
- specifying essential additional marking to establish the division of responsibility between the refurbisher and the original manufacturer.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 23: Spécification pour le reconditionnement des machines électriques tournantes

1 Domaine d'application

Cette spécification technique couvre les activités nécessaires pour assurer le rebobinage et le reconditionnement satisfaisants de tous types et tailles de machines électriques tournantes couvertes par la CEI 60034, y compris:

- la détermination de la cause de défaillance, si nécessaire;
- la détermination de l'étendue du reconditionnement, si applicable;
- la définition de la performance révisée, les conditions de fonctionnement et ambiantes, si elles sont prescrites;
- l'examen de la conception originale, et la réalisation d'une nouvelle conception, si cela est prescrit;
- la mise en évidence de la qualité et de la performance de la machine reconditionnée.

Cette spécification ne remplace pas les exigences prescrites dans la CEI 60079-19 concernant la réparation et la révision des machines utilisées dans des atmosphères explosives.

Les machines pour applications spéciales, telles que les applications hermétiques, submersibles, nucléaires, militaires, aéronautiques ou ferroviaires peuvent avoir des prescriptions additionnelles qui doivent normalement faire l'objet d'un accord entre le réparateur et l'utilisateur.

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

CEI 60034-2A, *Machines électriques tournantes – Partie 2: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction) – Premier complément: Mesure des pertes par la méthode calorimétrique*

CEI 60034-3, *Machines électriques tournantes – Partie 3: Règles spécifiques pour les turbomachines synchrones*

CEI 60034-4, *Machines électriques tournantes – Partie 4: Méthodes pour la détermination à partir d'essais des grandeurs des machines synchrones*

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 23: Specification for the refurbishing of rotating electrical machines

1 Scope

This Technical Specification covers the activities necessary to ensure the satisfactory rewinding and refurbishment of all types and sizes of rotating electrical machines covered by IEC 60034, including:

- determining cause of failure, where necessary;
- determining the extent of refurbishment, as applicable;
- defining revised performance, operating and ambient conditions, if required;
- reviewing the original design, and undertaking redesign, if required;
- proving the quality and performance of the refurbished machine.

This specification does not supersede the requirements prescribed in IEC 60079-19 or elsewhere concerning the repair and overhaul for machines used in explosive atmospheres.

Machines for special applications such as hermetic, submersible, nuclear, military, aviation or rail borne may have additional requirements which should be the subject of agreement between the refurbisher and user.

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 60034-2, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*

IEC 60034-2A, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles) – First supplement: Measurement of losses by the calorimetric method*

IEC 60034-3, *Rotating electrical machines – Part 3: Specific requirements for turbine-type synchronous machines*

IEC 60034-4, *Rotating electrical machines – Part 4: Methods for determining synchronous machine quantities from tests*

CEI 60034-5, *Machines électriques tournantes – Partie 5: Degrés de protection procurés par la conception intégrale des machines électriques tournantes (code IP) – Classification*

CEI 60034-6, *Machines électriques tournantes – Partie 6: Modes de refroidissement (Code IC)*

CEI 60034-7, *Machines électriques tournantes – Partie 7: Classification des modes de construction, des dispositions de montage et position de la boîte à bornes (Code IM)*

CEI 60034-8, *Machines électriques tournantes – Partie 8: Marques d'extrémité et sens de rotation des machines tournantes*

CEI 60034-9, *Machines électriques tournantes – Partie 9: Limites de bruit*

CEI 60034-10, *Machines électriques tournantes – Partie 10: Conventions relatives à la description des machines synchrones*

CEI 60034-11, *Machines électriques tournantes – Partie 11: Protection thermique incorporée. Chapitre 1: Règles concernant la protection des machines électriques tournantes*

CEI 60034-12, *Machines électriques tournantes – Partie 12: Caractéristiques de démarrage des moteurs triphasés à induction à cage à une seule vitesse pour des tensions d'alimentation inférieures ou égales à 660 V*

CEI 60034-14, *Machines électriques tournantes – Partie 14: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm – Mesurage, évaluation et limites de la sévérité de la vibration*

CEI 60034-15, *Machines électriques tournantes – Partie 15: Niveaux de tension de tenue au choc des machines tournantes à courant alternatif à bobines stator préformées*

CEI 60034-16-1, *Machines électriques tournantes – Partie 16: Systèmes d'excitation pour machines synchrones. Chapitre 1: Définitions*

CEI 60034-16-2, *Machines électriques tournantes – Partie 16: Systèmes d'excitation pour machines synchrones. Chapitre 2: Modèles pour les études de réseaux*

CEI 60034-16-3, *Machines électriques tournantes – Partie 16: Systèmes d'excitation pour machines synchrones. Section 3: Performances dynamiques*

CEI 60034-18-1, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Partie 1: Principes directeurs généraux*

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

CEI 60034-18-22, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 22: 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: Evaluation fonctionnelle des systèmes d'isolation – Section 31: 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*

IEC 60034-5, *Rotating electrical machines – Part 5: Classification of degrees of protection provided by the integral design of rotating electrical machines (IP code) – Classification*

IEC 60034-6, *Rotating electrical machines – Part 6: Methods of cooling (IC Code)*

IEC 60034-7, *Rotating electrical machines – Part 7: Classification of types of construction, mounting arrangements and terminal box position (IM code)*

IEC 60034-8, *Rotating electrical machines – Part 8: Terminal markings and direction of rotation*

IEC 60034-9, *Rotating electrical machines – Part 9: Noise limits*

IEC 60034-10, *Rotating electrical machines – Part 10: Conventions for description of synchronous machines*

IEC 60034-11, *Rotating electrical machines – Part 11: Built-in thermal protection. Chapter 1: Rules for protection of rotating electrical machines*

IEC 60034-12, *Rotating electrical machines – Part 12: Starting performance of single-speed three-phase cage induction motors*

IEC 60034-14, *Rotating electrical machines – Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher – Measurement, evaluation and limits of the vibration*

IEC 60034-15, *Rotating electrical machines – Part 15: Impulse voltage withstand levels of rotating a.c. machines with form-wound stator coils*

IEC 60034-16-1, *Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines: Chapter 1: Definitions*

IEC 60034-16-2, *Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines: Chapter 2: Models for power system studies*

IEC 60034-16-3, *Rotating electrical machines – Part 16: Excitation systems for synchronous machines: Section 3: Dynamic performance*

IEC 60034-18-1, *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 1: General guidelines*

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

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

IEC 60034-18-31, *Rotating electrical machines – Part 18: Functional evaluation of insulation systems – Section 31: 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*

CEI 60034-18-32, *Machines électriques tournantes – Partie 18: Evaluation 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 60034-18-33, *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*

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

CEI 60034-19, *Machines électriques tournantes – Partie 19: Méthodes spécifiques d'essai pour machines à courant continu à alimentation conventionnelle ou redressée*

CEI 60034-22, *Machines électriques tournantes – Partie 22: Génératrices à courant alternatif pour moteurs à combustion interne et à pistons*

CEI 60050(411), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

CEI 60072-1, *Dimensions et séries de puissance des machines électriques tournantes – Partie 1: Désignation des carcasses entre 56 et 400 et des brides entre 55 et 1080*

CEI 60072-2, *Dimensions et séries de puissance des machines électriques tournantes – Partie 2: Désignation des carcasses entre 355 et 1000 et des brides entre 1180 et 2360*

CEI 60072-3, *Dimensions et séries de puissance des machines électriques tournantes – Partie 3: Petits moteurs incorporés – Désignation des brides BF10 à BF50*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, sauf indication contraire, les termes et définitions de la CEI 60050(411), des parties concernées de la CEI 60034, ainsi que les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

utilisateur

possesseur ou la partie organisant ou exigeant le reconditionnement.

3.2

réparateur

partie responsable des travaux de reconditionnement, ses sous-traitants et fournisseurs

3.3

fabricant d'origine

partie responsable de la fabrication de la machine telle qu'elle a été fournie à l'origine

3.4

chargé de la nouvelle conception

partie responsable des modifications de conception (le cas échéant) prescrites pour le reconditionnement

IEC 60034-18-32, *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 60034-18-33, *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*

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

IEC 60034-19, *Rotating electrical machines – Part 19: Specific test methods for d.c. machines on conventional and rectifier-fed supplies*

IEC 60034-22, *Rotating electrical machines – Part 22: AC generators for reciprocating internal combustion (RIC) engine driven generating tests*

IEC 60050(411), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 411: Rotating machines*

IEC 60072-1, *Dimensions and output ratings for rotating electrical machines – Part 1: Frame numbers 56 to 400 and flange numbers 55 to 1080*

IEC 60072-2, *Dimensions and output ratings for rotating electrical machines – Part 2: Frame numbers 355 to 1 000 and flange numbers 1180 to 2360*

IEC 60072-3, *Dimensions and output ratings for rotating electrical machines – Part 3: Small built-in motors – Flange numbers BF10 to BT50*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, except where otherwise indicated, the definitions of IEC 60050(411), the relevant parts of IEC 60034, and the following apply.

3.1

user

owner or party arranging or requiring the refurbishment

3.2

refurbisher

party responsible for the refurbishing work, his sub-contractors and suppliers

3.3

original manufacturer

party responsible for the manufacture of the machine as originally supplied

3.4

re-designer

party responsible for design changes (if any) required for the refurbishment

3.5

reconditionnement

processus total de réhabilitation d'une machine – non adéquate pour le service avec une maintenance normale – pour la rendre apte à continuer son utilisation

3.6

rebobinage

partie du reconditionnement consistant à enlever et remplacer tout ou partie des enroulements de machine, de leurs isolations, connexions et supports

3.7

maintenance

activités réalisées sur une machine en traitant l'usure ou la détérioration naturelle, au moyen du remplacement et du nettoyage des parties, pour conserver la machine en état de fonctionnement

3.8

réévaluation

reconditionnement aboutissant à des améliorations des caractéristiques de la machine (caractéristiques assignées, performance, classification)

3.9

ré-évaluation des performances

reconditionnement aboutissant à une augmentation de la puissance assignée de la machine définie dans la CEI 60034-1

3.10

démontage

retrait de la machine de son emplacement de service

3.11

désassemblage

désassemblage d'une machine en composants ou sous-ensembles

3.12

réparation

reconditionnement limité qui consiste à remettre en état des composants endommagés

4 Prescriptions de reconditionnement

4.1 Reconditionnement

Le réparateur doit être compétent dans la conception, les techniques et les technologies appliquées au reconditionnement de la machine d'origine et doit être en mesure de prévoir l'influence du reconditionnement sur la machine.

Un programme de qualité de reconditionnement agréé doit inclure des procédures appropriées de contrôle, de diagnostic, d'essai et de vérification pour s'assurer que le reconditionnement concerne la cause de fond de la défaillance, si celle-ci se situe dans la machine même, et prouver que la machine est en mesure d'atteindre la performance requise après reconditionnement.

Les composants réutilisés doivent être évalués ou testés selon les exigences prévues pour prouver leur adaptation aux prescriptions de service.

Le matériau de remplacement doit être conforme aux spécifications du fabricant. La capacité d'un tel matériau doit être identique ou supérieure à celle de l'original. Le programme qualité doit couvrir les prescriptions concernant le stockage de matériaux et les essais avant utilisation.

L'Annexe C fournit des éléments types qui peuvent être couverts dans le programme qualité.

3.5**refurbishing**

total process of preparing a machine, no longer adequate for duty with normal maintenance, to make it suitable for further service

3.6**rewinding**

that part of refurbishment related to removing and replacing some or all of the machine windings, their insulation, connection and support systems

3.7**maintenance**

activities performed on a machine in making good any wear and tear, by parts replacement and cleaning, to keep it fit for its intended duty

3.8**up-grading**

refurbishment resulting in any improvements to the machine characteristics (rating, performance, classification)

3.9**up-rating**

refurbishment resulting in an increase of the machine's rated output as defined in IEC 60034-1

3.10**dismounting**

removing the machine from its service position

3.11**dismantling**

disassembly of a machine into component parts or sub-assemblies

3.12**repair**

limited scope of refurbishment, confined to making good any damaged components

4 Refurbishing requirements**4.1 All refurbishment**

The refurbisher shall be competent in the design, techniques and technologies required for the refurbishment of the original machine and shall be able to predict the influence of the refurbishment on the machine.

An agreed refurbishment quality programme shall be followed incorporating appropriate inspection, diagnostic, test and check procedures to ensure that the refurbishment addresses the root cause of failure if this lies in the machine itself, and proves that the machine is capable of the required performance after refurbishment.

Re-used components shall be evaluated or proven to the extent required to prove their fitness for the intended future service requirements.

Replacement material shall comply with its manufacturer's standards. The capability of such material shall be identical to or greater than the original. The quality programme shall cover requirements for material storage and tests before use.

Annex C gives typical items that may be covered in the quality programme.

4.2 Reconditionnement sans modifications de conception

Les machines doivent être reconditionnées pour fournir leurs caractéristiques d'origine assignées qui doivent être confirmées dans l'extension demandée par l'utilisateur. Les détails de conception ne doivent pas être modifiés et entraîner des modifications des caractéristiques de la machine. La performance de la machine reconditionnée doit correspondre à sa performance originale dans les tolérances applicables à l'origine.

La protection procurée par les enveloppes, les méthodes de refroidissement, les dispositions de construction et de montage, le sens de rotation et les marquages des bornes, doivent rester conformes aux définitions de la CEI 60034-5, de la CEI 60034-6, de la CEI 60034-7 et de la CEI 60034-8 et les marquages appropriés doivent être effectués sur la plaque signalétique.

La protection thermique incorporée conformément à la CEI 60034-11 et les détecteurs de température encastrés doivent être de mêmes types et situés aux mêmes emplacements qu'auparavant, sauf convention contraire.

4.3 Reconditionnement avec modifications de conception

4.3.1 Généralités

Lorsque des modifications de performance ou de conception de la machine sont nécessaires, le chargé de la nouvelle conception doit revoir la catégorie de service, les caractéristiques assignées, les conditions de fonctionnement, les conditions électriques et la performance thermique en vue de modifications par rapport à la conception d'origine. Toutes les modifications exigées doivent être identifiées en termes de classes et de types de services applicables de caractéristiques assignées définies dans la CEI 60034-1.

Lorsque c'est applicable, le chargé de la nouvelle conception doit établir les raisons de la défaillance de la machine ou dans le cas d'une ré-évaluation des performances l'étendue éventuelle d'amélioration de la performance; et il doit être responsable de la mise en œuvre et des garanties de performances de la machine, selon l'exigence ou l'agrément de l'utilisateur.

Les paragraphes 4.3.2 à 4.3.5 détaillent les aspects à considérer dans une nouvelle conception.

4.3.2 Prescriptions spéciales

Des prescriptions spéciales peuvent être appliquées aux machines d'origine, y compris:

- des cas spéciaux reconnus dans l'industrie;
- un type de service et une classe de caractéristiques assignées particuliers selon la CEI 60034-1;
- le rendement le plus élevé à une charge particulière;
- la limite du couple de décrochage pendant le fonctionnement;
- la limite du courant de démarrage;
- la large gamme de fréquences et de tensions d'alimentation;
- le déséquilibre de tension d'alimentation et la distorsion harmonique;
- l'utilisation des limites d'échauffement permises dans la norme.

4.3.3 Modifications externes

La détérioration des machines entraînées ou les modifications de leur environnement (par exemple, modification des hauteurs d'aspiration et de refoulement) peuvent avoir modifié le type de service et la classe de caractéristiques assignées exigés du moteur.

4.2 Refurbishment without design changes

Machines shall be refurbished to produce their original design ratings which shall be ascertained to the extent required by the user. Design details shall not be changed in any respect that results in changes of the machine characteristics. Performance of the refurbished machine shall match its original performance to within the tolerances originally applicable.

The protection provided by enclosures, the methods of cooling, the construction and mounting arrangements, and the terminal markings and rotation, shall be reclassified as defined in IEC 60034-5, IEC 60034-6, IEC 60034-7, and IEC 60034-8 and the appropriate markings made on the rating plate.

Built-in thermal protection in accordance with IEC 60034-11 and embedded temperature detectors shall be of the same types and in the same locations as before unless otherwise agreed.

4.3 Refurbishment with design changes

4.3.1 General

Where changes in machine performance or design are required, the re-designer shall review the duty category, rating, operating conditions, electrical conditions, and thermal performance for changes from the original design. Any required changes shall be identified in terms of the applicable duty types and classes of rating defined in IEC 60034-1.

Where applicable, the re-designer shall establish the reasons for machine failure, or, in the case of up-rating, the possible extent of improvement in performance, and be responsible for implementation and machine performance guarantees as required or approved by the user.

Subclauses 4.3.2 to 4.3.5 below detail aspects to be considered in re-design.

4.3.2 Special requirements

Special requirements may have applied to the original machines, including

- special cases recognized in industry;
- particular duty type and rating class according to IEC 60034-1;
- highest efficiency at particular load;
- limit on breakdown torque during run-up;
- limit on starting current;
- wide range of supply voltages and frequencies;
- supply voltage unbalance and harmonic distortion;
- limited utilization of temperature rise limits permitted in the standard.

4.3.3 External changes

Deterioration of the driven machinery or changes in its environment (for example, change of suction and discharge heads) may have changed the required motor duty type and rating class.

4.3.4 Modifications internes

D'autres modifications peuvent être prescrites, y compris:

- aptitude à fonctionner avec alimentation par convertisseur de fréquence variable;
- compatibilité électromagnétique améliorée;
- limites de bruits acoustiques réduites;
- prescriptions plus rigoureuses pour la compatibilité d'environnement (par exemple, émission réduite d'ozone);
- élimination d'amiante;
- aptitude pour un environnement plus pénible (par exemple, température ambiante, pression, altitude, humidité, et pollution);
- amélioration de la protection procurée par les enveloppes.

4.3.5 Nouvelle certification

Des modifications de conception des machines certifiées en vue d'une utilisation dans des atmosphères dangereuses peuvent nécessiter une nouvelle certification ou le renvoi au concepteur d'origine.

4.4 Vérification des performances et des caractéristiques

Les essais pour mettre en évidence la performance doivent être conformes à l'accord entre l'utilisateur et le réparateur lorsque cela est approprié, ainsi qu'aux spécifications des parties correspondantes de la CEI 60034-1, de la CEI 60034-2, de la CEI 60034-2A, de la CEI 60034-3, de la CEI 60034-4, de la CEI 60034-5, de la CEI 60034-9, de la CEI 60034-10, de la CEI 60034-15, de la CEI 60034-16, de la CEI 60034-18, de la CEI 60034-19 et de la CEI 60034-22.

4.5 Atelier de reconditionnement

Dans l'atelier du réparateur ou ailleurs, des conditions de propreté appropriées à la classe de la machine à reconditionner doivent être prévues et maintenues par les parties responsables, et des précautions doivent être prises pour s'assurer que l'on ne laisse pas des objets étrangers dans la machine reconditionnée au moment de sa réinstallation et de sa préparation en vue du fonctionnement.

4.6 Séquence des opérations de reconditionnement

Les organigrammes de l'Annexe A présentent des suggestions de séquences pour les opérations de reconditionnement avec et sans modifications de conception. Les schémas sont présentés à titre de guide et ils ne sont pas destinés à être normatifs.

4.7 Techniques de débobinage

Le réparateur doit s'assurer que les techniques de débobinage n'altèrent ni les caractéristiques du circuit magnétique ni l'intégralité de la carcasse.

5 Autre performance et essais

Le reconditionnement peut être accompagné par les points correspondants des procédures d'essai et de performance, des critères et mesures de surveillance de conditions énumérés dans l'Annexe B. L'applicabilité de ces essais et outils de diagnostic dépend de la classe de machine ou de composants applicables. Il convient que les exigences de l'utilisateur soient établies avec le réparateur, si nécessaire.

4.3.4 Internal changes

Other changes may be required, including

- suitability for use with variable frequency inverter power supply;
- improved electromagnetic compatibility;
- reduced acoustic noise limits;
- more stringent requirements for environmental compatibility (for example, reduced ozone emission);
- asbestos elimination;
- suitability for more onerous environments (for example, ambient temperature, pressure, altitude, humidity, and pollution);
- improved protection by enclosures.

4.3.5 Re-certification

Design changes for machines certified for use in hazardous atmospheres may require re-certification or referral to the original designer.

4.4 Proof of performance and characteristics

Tests to prove performance shall be as agreed between user and refurbisher, where appropriate as specified in relevant parts of IEC 60034-1, IEC 60034-2, IEC 60034-2A, IEC 60034-3, IEC 60034-4, IEC 60034-5, IEC 60034-9, IEC 60034-10, IEC 60034-15, IEC 60034-16, IEC 60034-18, IEC 60034-19, and IEC 60034-22.

4.5 Place of refurbishment

Whether at the refurbisher's works or elsewhere, clean conditions appropriate to the class of machine being refurbished shall be provided and maintained by the responsible parties, and precautions shall be taken to ensure that foreign objects are not left in the refurbished machine when reinstalled and prepared for operation.

4.6 Sequence of refurbishment operations

The flow diagrams in Annex A give suggested sequences for refurbishment operations with and without design changes. The diagrams are for guidance and are not intended to be prescriptive.

4.7 Winding stripping techniques

The refurbisher shall ensure that the winding stripping techniques used do not damage the core characteristics or the integrity of the frame.

5 Other performance and tests

Refurbishing may be assisted by relevant items from the performance and test procedures, condition monitoring measurements and criteria, listed in Annex B. Applicability of these tests and diagnostic tools depends on the class of machine or component applicable. User requirements should be agreed with the refurbisher where necessary.

NOTE 1 Les méthodes de performance et d'essai sont énumérées à titre d'information. Beaucoup sont applicables principalement aux types particuliers de machines ou aux composants ou encore aux gammes de tension, de puissance, ou de caractéristiques de vitesse, comme il est indiqué.

NOTE 2 Beaucoup de ces méthodes de performance et d'essai ne sont pas encore couvertes par des normes internationales. Il est possible de trouver des précisions dans les procédures du fabricant, dans des manuels de maintenance et dans des publications.

NOTE 3 Le même essai ou la même procédure peut être énuméré plus d'une fois, mais n'est pas nécessairement répété à chaque étape.

Les procédures et les essais agréés pour la machine doivent être compris dans le programme de qualité de réparation. Si on sélectionne un nouveau système d'isolation avec peu ou pas d'historique de fonctionnement, il peut être recommandé de revoir les résultats des essais de durée de vie accélérée (CEI 60034-18) sur des prototypes avant d'aller plus loin.

6 Plaques signalétiques

Les plaques signalétiques d'origine doivent être retenues. Une plaque signalétique supplémentaire conforme à la CEI 60034-1 doit être fournie en indiquant les modifications résultant du reconditionnement. Le nom du réparateur et la date de reconditionnement doivent être inclus.

7 Tolérances

Les dispositions de la CEI 60034-1 doivent s'appliquer aux machines dont la performance indiquée a été modifiée. Lorsque les spécifications d'origine pour la machine ont autorisé les tolérances en une direction uniquement, ceci doit s'appliquer également à la machine réparée.

NOTE 1 The performance and test procedures are listed for information. Many are applicable mainly to particular machine types or components or ranges of voltage, output, or speed ratings, as indicated.

NOTE 2 Many of these performance and test procedures are not yet covered in international standards. Details may be found in manufacturer's procedures, hand books on maintenance, and published papers.

NOTE 3 The same test or procedure may be listed more than once, but is not necessarily repeated at each stage.

The agreed procedures and tests for the applicable machine shall be included in the repair quality programme. If selecting a new insulation system with little or no history of operation, it may be advisable to review the results of accelerated life tests (IEC 60034-18) on prototypes before proceeding.

6 Rating plates

The original rating plates shall be retained. An additional rating plate which complies with IEC 60034-1 shall be provided indicating changes arising from the refurbishment. The refurbisher's name and the date of refurbishment shall be included.

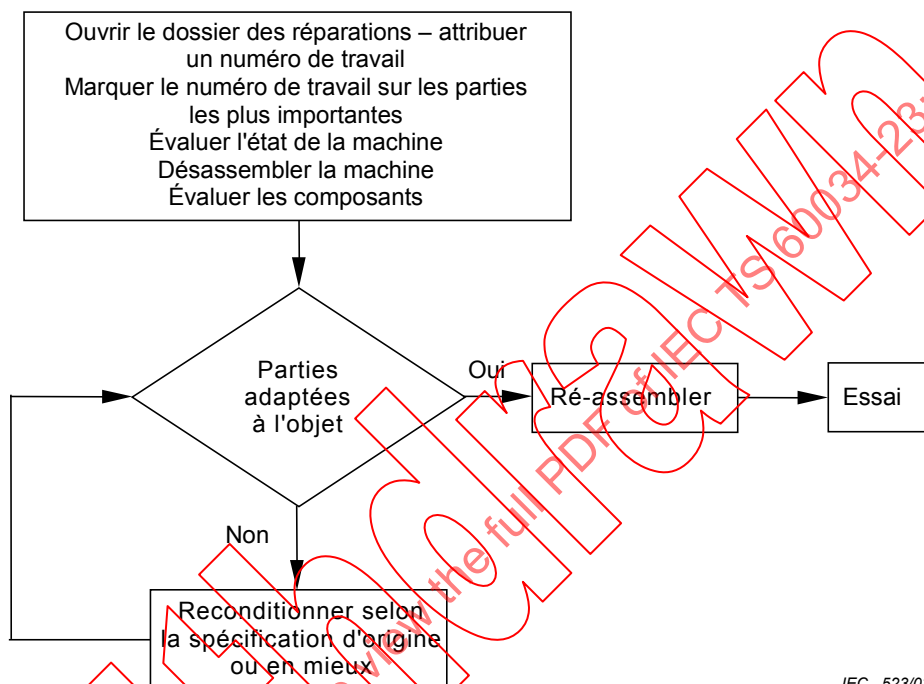
7 Tolerances

The provisions of IEC 60034-1 shall apply to machines whose indicated performance has been changed. Where the original specifications for the machine allowed tolerances in one direction only, this shall apply also to the repaired machine.

Annexe A (informative)

Organigrammes concernant le reconditionnement

A.1 Reconditionnement sans modifications de conception



IEC 523/03

Figure A.1 – Organigramme du reconditionnement sans modifications de conception

Annex A (informative)

Flow diagrams for refurbishment

A.1 Refurbishment without design changes

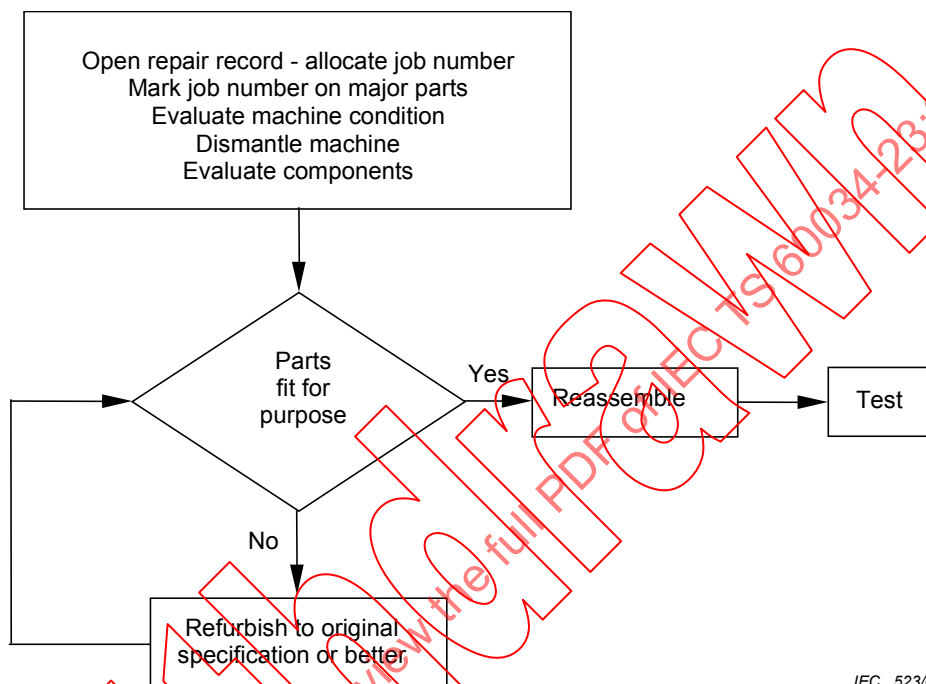
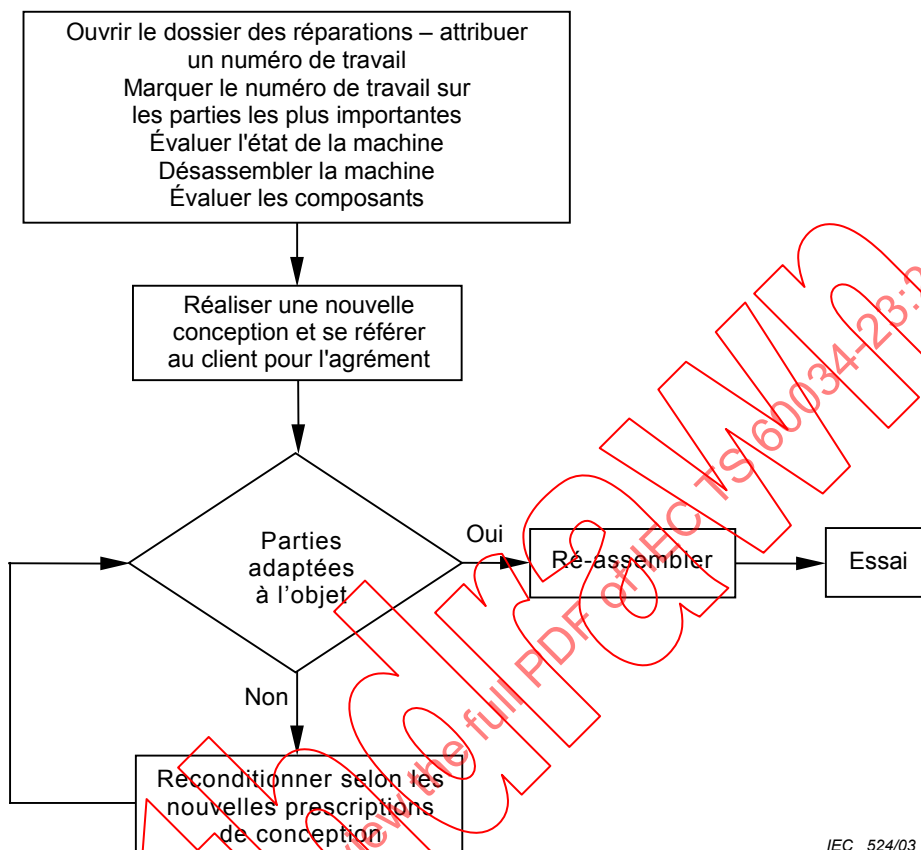


Figure A.1 – Flowchart of refurbishment without design changes

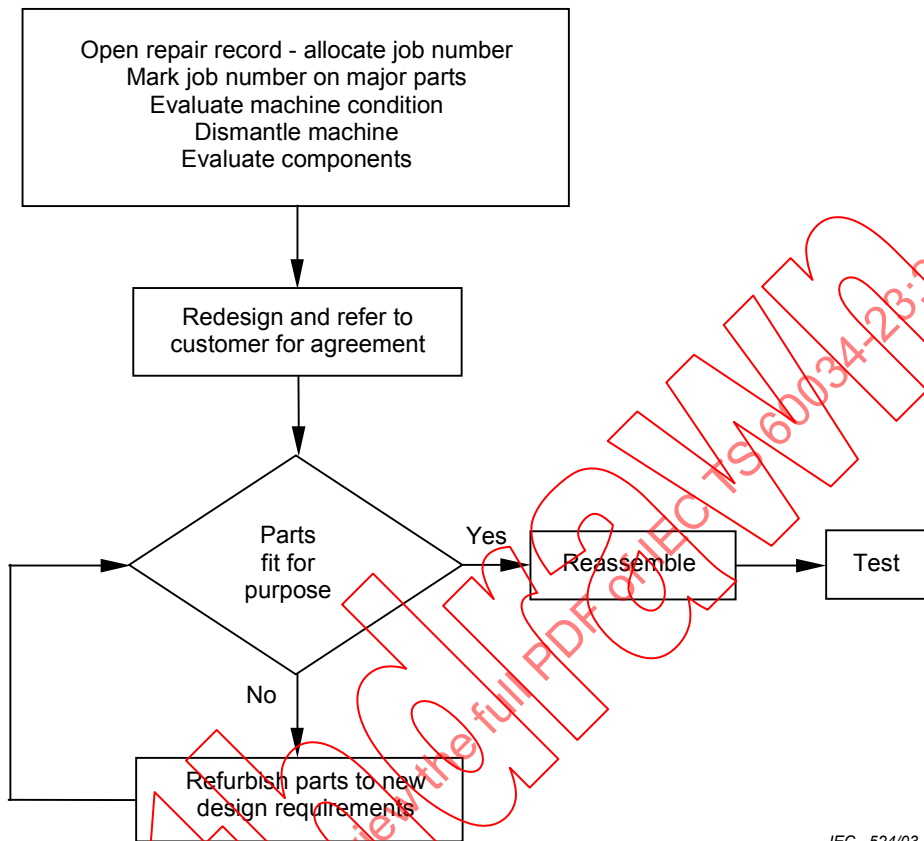
A.2 Reconditionnement avec modifications de conception



IEC 524/03

Figure A.2 – Organigramme du reconditionnement avec modifications de conception

A.2 Refurbishment with design changes



IEC 524/03

Figure A.2 – Flowchart of refurbishment with design changes

Annexe B (informative)

Procédures et paramètres d'évaluation

B.1 Avant la fermeture (en charge ou à vide, excitée ou non excitée, si applicable)

- Tension de fonctionnement, courant, facteur de puissance, vitesse et fréquence.
- Caractéristiques de fonctionnement nécessaires pour la nouvelle conception (par exemple, courbes de court-circuit, circuit ouvert, pour machines et génératrices à courant continu).
- Déséquilibre de tension et distorsion harmonique (par exemple, moteurs pour accélération des turbines à gaz et des machines de stockage équipées de pompes).
- Déséquilibre ou fluctuation de courant ou analyse spectrale.
- Analyse spectrale du flux de fuite (par exemple, moteurs industriels).
- Température ambiante, humidité, pression atmosphérique ou altitude.
- Emission d'ozone du bobinage de machine (bobinage à contraintes électriques élevées).
- Contrôle des étincelles des balais (machines à collecteur et bague).
- Essai de commutation (CEI 60034-19) (machines à courant continu).
- Températures de palier (lorsque des capteurs sont installés).
- Vibration des roulements et des paliers (lorsque des capteurs sont installés).
- Températures du fluide de refroidissement, circulations, pressions (lorsque des capteurs sont installés).
- Températures de bobinage (lorsque des capteurs sont installés).
- Vibration de bobinage (lorsque des capteurs sont installés).
- Températures du lubrifiant, circulations, pressions (lorsque des capteurs sont installés).
- Vibration du noyau (lorsque des capteurs sont installés).
- Vibration de la carcasse.
- Tensions et courants dans l'arbre.
- Essais de décharges partielles des bobinages pour service alimenté par onduleur.
- Décharges partielles dans l'isolation de bobinage stator (barres ou bobines préformées à contrainte diélectrique élevée).
- Intégrité de la cage du rotor (analyse spectrale des courants de phase)(analyse spectrale des vibrations).
- Isolation entre spires de bobinage rotorique (enregistrement et analyse de flux) (rotors cylindriques).
- Isolation entre spires de bobinage rotorique (mesure) (rotors cylindriques).
- Isolation entre spires de bobinage rotorique (mesure oscillographique de surtension) (rotors cylindriques).
- Résistance d'isolement à la terre de bobinage rotorique (rotors bobinés).

Annex B (informative)

Evaluation procedures and parameters

B.1 Before shut-down (on-load or no-load, excited or unexcited, as applicable)

- Operating voltage, current, power factor, speed and frequency.
- Operating characteristics needed for re-design (for example, open-circuit, short-circuit curves for d.c. machines and generators).
- Voltage unbalance and harmonic distortion (for example, motors for run-up of gas turbines and pumped storage machines).
- Current unbalance or fluctuation, or spectral analysis.
- Leakage flux spectral analysis (for example, industrial motors).
- Ambient temperature, humidity, air pressure or altitude.
- Ozone emission of machine windings (windings with high electric stresses).
- Brush sparking inspection (commutator and slip ring machines).
- Commutation test (IEC 60034-19) (d.c. machines).
- Bearing temperatures (where sensors are fitted).
- Bearing and shaft vibration (where sensors are fitted).
- Coolant temperatures, flows, pressures (where sensors are fitted).
- Winding temperatures (where sensors are fitted).
- Winding vibration (where sensors are fitted).
- Lubricant temperatures, flows, pressures (where sensors are fitted).
- Core vibration (where sensors are fitted).
- Frame vibration.
- Shaft voltages and currents.
- Partial discharge tests of random windings for inverter fed duty.
- Stator winding insulation partial discharges (bars or form-wound coils with high dielectric stress).
- Rotor cage integrity (spectral analysis of phase currents) (spectral analysis of vibration).
- Rotor winding inter-turn insulation (flux recording and analysis) (cylindrical rotors).
- Rotor winding inter-turn insulation (impedance measurement) (cylindrical rotors).
- Rotor winding inter-turn insulation (recurrent surge oscillogram) (cylindrical rotors).
- Rotor winding ground insulation resistance (wound rotors).

B.2 Après fermeture

B.2.1 Avant démontage

Vérification de l'alignement.

B.2.2 Avant désassemblage

- Rectitude de l'arbre.
- Résistance d'isolement des paliers, accouplements, socles, et dispositifs d'étanchéité d'arbre (lorsqu'ils sont isolés).
- Courants de fuite à courant continu dans l'isolation du bobinage statorique (barres ou bobines préformées).
- Résistance d'isolement de bobinage statorique et indice de polarisation.
- Tangente de l'angle de perte diélectrique de l'isolation du bobinage statorique et variation de la tangente (barres ou bobines préformées).
- Décharge partielle dans l'isolation de bobinage statorique (barres ou bobines préformées).
- Essais de tension de choc entre spires de bobinage statorique.
- Résistance d'isolement de bobinage rotorique et indice de polarisation.
- Vérification de l'isolation entre spires de bobinage rotorique (mesures d'impédance).
- Vérification d'isolation entre spires rotorique (mesure oscillographique de tension de choc).
- Mesure d'entrefer rotor/stator.
- Intégrité de la cage du rotor (essai d'intégrité de la cage du rotor en monophasé).

B.3 Après désassemblage

Contrôle visuel détaillé pour tous signes de dommage, par exemple:

- Corrosion au niveau des enroulements, des noyaux, à la jonction carcasse/noyau.
- Relâchement des supports des enveloppantes et du système de rigidité mécanique.
- Frottements du stator/rotor.
- Signes d'effet de couronne et cheminement.
- Contournement.
- Fonctionnement monophasé.
- Claquage par surtension.
- Traces d'érosion des joints d'étanchéité pour réfrigérants sur les échangeurs thermiques.
- Claquage entre tôles de circuit magnétique et barreaux support.
- Résistances d'isolement des paliers, accouplements, socles, et dispositifs d'étanchéité d'arbre (lorsqu'ils sont isolés).
- Intégrité d'isolation des conducteurs dans l'arbre, connecteurs radiaux et bagues (rotors solides cylindriques).
- Intégrité d'isolation des connecteurs de bobinage, des conducteurs et des bornes.
- Contrôle de l'angle de perte diélectrique des traversées de borne (machines à haute tension).

B.2 After shut-down

B.2.1 Before dismounting

Alignment checks.

B.2.2 Before dismantling

- Shaft straightness.
- Insulation resistance of bearings, couplings, pedestals, and shaft seals (where insulated).
- Stator winding insulation d.c. leakage currents (form-wound coils or bars).
- Stator winding insulation resistance and polarization index.
- Stator winding insulation dielectric loss tangent and tip up (form-wound coils or bars).
- Stator winding insulation partial discharge (form-wound coils or bars).
- Stator winding inter turn insulation surge comparison testing.
- Rotor winding insulation resistance and polarization index.
- Rotor winding inter turn insulation check (impedance measurements).
- Rotor inter turn insulation check (recurrent surge oscillogram).
- Rotor/stator gap measurement.
- Rotor cage integrity (single-phase rotor cage integrity test).

B.3 After dismantling

Comprehensive visual inspection for any signs of damage, for example:

- Fretting at winding, core, core/frame junction.
- Loosening of end winding supports and bracing system.
- Stator/rotor rubs.
- Signs of electrical corona and tracking.
- Flashover.
- Single phasing.
- Surge damage.
- Cooler gaskets erosion marks on the heat exchangers.
- Burn damage between core plate dovetails and dovetail beams.
- Insulation resistances of bearings, couplings, pedestals and shaft seals (where insulated).
- Insulation integrity of up-shaft leads, radial connectors and slip rings (solid cylindrical rotors).
- Insulation integrity of winding connectors, leads, and terminals.
- Dielectric loss angle (tangent delta) testing of terminal bushings (high voltage machines).

- Etanchéité au gaz des conducteurs dans l'arbre et des connecteurs radiaux (machines à refroidissement à l'hydrogène).
- Intégrité d'isolation du circuit magnétique (essai de magnétisation, essai à flux réduit) (avant et après le retrait du bobinage).
- Evaluation des pertes du circuit magnétique (critère d'acceptation avant rebobinage).
- Serrage du circuit magnétique.
- Evaluation de l'irrégularité de l'encoche.
- Etat de la carcasse et des dispositifs de montage (intégrité du soudage, détection de crevasse, distorsion).
- Vérifications du calage des encoches du rotor (le cas échéant), des cales de pôle et des cales d'encoche de stator.
- Contrôle des coupures des bagues du rotor.
- Contrôle de la rupture de la cale d'encoche du rotor.
- Intégrité de la cage de rotor (détection de fissures des barres).
- Détérioration du calage des encoches du stator (en particulier, cales composites et magnétiques).
- Efficacité de la protection des décharges d'encoche de bobinage statorique (si elle est fournie).
- Efficacité de la protection des décharges des têtes de bobine statorique (si elle est fournie).
- Essais de tension de choc entre spires de bobinages statoriques (essai de choc bipolaire).
- Vérifications de bobinage statorique pour fissures par corrosion (bobinages à refroidissement par l'eau).
- Vérifications concernant l'obturation des conducteurs creux (bobinages à refroidissement direct).
- Vérifications de la dureté des lames de collecteur (dommage lié aux surintensités).
- Vérifications dimensionnelles des collecteurs et des bagues, des tourillons, des faces de joints étanches, de l'excentricité d'arbre, des accouplements et boulons, du bout d'arbre, des clavettes et des rainures de clavettes, et autres parties sujettes à l'usure.

B.4 Pendant et après le reconditionnement

B.4.1 Avant bobinage

- (Certification) de la qualité du soudage de la carcasse (qualification soudeur, si nécessaire).
- Certification de carcasse en tant que cuve sous pression (machines à refroidissement à l'hydrogène).
- Intégrité de carcasse et de montage (intégrité du soudage, détection de fissure de soudure, distorsion)
- Rectitude de l'arbre.
- Intégrité du forgeage d'arbre et de la bague d'extrémité (particule magnétique, ressuage, contrôle ultrasonique, selon le cas) (rotors cylindriques solides).
- Intégrité d'arbre, de croisillon, de jante et des boulons traversants (hydro-machines).
- Intégrité d'isolation du circuit magnétique (essai de magnétisation, essai à flux réduit) (critère d'acceptation pour le rebobinage).
- Evaluation des pertes du circuit magnétique (critère d'acceptation pour rebobinage).

- Gas-tightness of up-shaft leads and radial connectors (hydrogen cooled machines).
- Core plate insulation integrity (power flux test, low flux test) (before and after winding removal).
- Core loss evaluation (acceptance criterion for rewinding).
- Core plate stack tightness.
- Core slot irregularity assessment.
- Condition of frame and mounting arrangements (weld integrity, crack detection, distortion).
- Tightness checks for slot wedges of rotor (where relevant), pole wedges and stator slot wedges.
- Rotor retaining ring crack testing.
- Rotor slot wedge crack testing.
- Rotor cage integrity (crack detection).
- Stator slot wedge deterioration (especially composite and magnetic wedges).
- Stator winding slot discharge suppression effectiveness (where provided).
- Stator winding overhang discharge suppression effectiveness (where provided).
- Stator windings inter turn insulation surge comparison testing (bipolar surge test).
- Stator winding checks for crevice corrosion (water cooled windings).
- Checks for clogging of hollow strands (directly cooled windings).
- Commutator segment hardness checks (overcurrent damage).
- Dimensional checks of commutators and sliprings, journals, seal faces, shaft run-out, couplings and bolts, shaft extensions, keys and keyways, and other parts subject to wear.

B.4 During and after refurbishing

B.4.1 Before winding

- Casing and frame weld quality (certification) (welder qualification, if necessary).
- Casing certification as pressure vessel (hydrogen cooled machines).
- Frame and mounting integrity (weld integrity, crack detection, distortion).
- Shaft straightness.
- Shaft forging and end ring integrity (ultrasonic, dye penetrant, magnetic particle, as appropriate) (solid cylindrical rotors).
- Shaft, spider, rim and through bolt integrity (hydro machines).
- Core plate insulation integrity (power flux test, low flux test) (acceptance criterion for rewinding).
- Core loss evaluation (acceptance criterion for rewinding).

- Essais de serrage de l'empilage des tôles des circuits magnétiques (stators, rotors, jantes de rotor d'hydro-machine) (critère d'acceptation pour le rebobinage).
- Vérifications de la qualité des matériaux de bobinage (selon les prescriptions du concepteur de bobinage).
- Ajustements et dimensions des composants de support de bobinage (dans les têtes de bobine et les encoches) (selon les prescriptions du concepteur de bobinage).
- Intégrité du connecteur de bobinage, des conducteurs et de l'isolation des bornes.
- Ajustements de paliers sur l'arbre.
- Ajustements de paliers dans les logements.
- Ajustements de paliers sur la carcasse.
- Essais de tangente de l'angle de pertes diélectriques de bobinage statorique sur des barres et des bobines individuelles (bobinages à contraintes haute tension).
- Essais de décharges partielles de bobinage statorique sur des barres et des bobines individuelles (bobinages à contraintes haute tension).
- Essais diélectriques de bobinage statorique à haute tension sur chaque barre et bobine.

B.4.2 Après bobinage

- Intégrité d'isolation du circuit magnétique (essai de magnétisation, essai à flux réduit).
- Evaluation des pertes du circuit magnétique (par un accord).
- Vérifications de la polarité des bobines.
- Vérification du fretage rotor.
- Vérification de la continuité de la cage de rotor.
- Essais diélectriques de bobinage statorique:
 - courants de fuite c.c. (barres ou bobines préformées);
 - résistance d'isolement et indice de polarisation;
 - essais diélectriques à haute tension (selon la CEI 60034-1);
 - essai de tension de choc pour isolation entre spires (barres ou bobines préformées);
 - tangente de l'angle de pertes et variation de la tangente (barres ou bobines préformées);
 - essai de décharges partielles (bobines ou barres préformées)(bobinages aléatoires pour service alimenté par onduleur);
 - localisation des décharges (sonde d'impulsion ultrasonique ou de crête) (barres et bobines préformées).
- Essais diélectriques de bobinage rotorique:
 - résistance d'isolement et indice de polarisation;
 - essais diélectriques à haute tension (selon la CEI 60034-1).
- Essais diélectriques entre spires:
 - oscillogramme de surtension récurrente (rotors cylindriques solides);
 - mesures d'impédance (rotors cylindriques liquides et solides).
- Résistances de bobinage (rotors bobinés, stator).

NOTE Les essais diélectriques et entre spires avant imprégnation à vide/sous pression sont réalisés par accord entre l'utilisateur et le réparateur.

- Core lamination stack tightness tests (stators, rotors, hydro machine rotor rims) (acceptance criterion for rewinding).
- Winding material quality checks (to winding designer's requirements).
- Winding support components fits and dimensions (in overhangs and slots) (to winding designer's requirements).
- Winding connector, lead, and terminal insulation integrity.
- Bearing fits on shaft.
- Bearing fits in housings.
- Bearing housing fits on frame.
- Stator winding dielectric loss tangent tests on individual bars and coils (windings with high voltage stresses).
- Stator winding partial discharge tests on individual bars and coils (windings with high voltage stresses).
- Stator winding dielectric tests with high voltage on each bar or coil.

B.4.2 After winding

- Core plate insulation integrity (power flux test, low flux test).
- Core loss evaluation (by agreement).
- Coil polarity checks.
- Rotor banding check.
- Rotor cage continuity check.
- Stator winding insulation tests:
 - d.c. leakage currents (form-wound coils or bars);
 - insulation resistance and polarization index;
 - dielectric tests at high voltage (according to IEC 60034-1);
 - surge comparison test for inter turn insulation (form-wound coils or bars);
 - loss tangent and tip up (form-wound coils or bars);
 - partial discharge test (form-wound coils or bars)(random windings for inverter fed duty);
 - discharge location test (ultrasonic or peak pulse probe) (form-wound coils or bars).
- Rotor winding insulation tests:
 - insulation resistance and polarization index;
 - dielectric tests at high voltage (according to IEC 60034-1).
- Inter turn insulation tests:
 - recurrent surge oscillogram (solid cylindrical rotors);
 - impedance measurements (hydro- and solid cylindrical rotors).
- Winding resistances (stator, wound rotors).

NOTE Dielectric and inter-turn tests before vacuum/pressure impregnation are by user/refurbisher agreement.

B.5 En atelier de réparation, pendant et après l'assemblage

- L'intégrité de carcasse et de montage (intégrité du soudage, détection de rupture de soudure, distorsion).
- Ajustements de paliers sur l'arbre.
- Ajustements de paliers dans les logements.
- Ajustements de paliers sur la carcasse.
- Grattage du palier (paliers à coussinet).
- Rectitude de l'arbre (excentricité) et concentricité des brides (CEI 60072-1, CEI 60072-2 et CEI 60072-3).
- Intégrité d'isolation des conducteurs dans l'arbre, connecteurs radiaux et bagues (rotors solides cylindriques).
- Étanchéité au gaz des conducteurs dans l'arbre et des connecteurs radiaux (rotors à refroidissement à l'hydrogène).
- Fuite des circuits de refroidissement concernant des génératrices à refroidissement à l'eau.
- Essais à vide ou à l'air sauf si une pression de fonctionnement est établie pour les machines refroidies à l'hydrogène.
- Mesure d'entrefer rotor/stator (si accessible).
- Excentricité du collecteur ou des bagues par rapport aux tourillons.
- Essais d'équilibrage et de survitesse.
- Calage neutre des balais (machines courant continu).
- Ajustement des porte-balais (machines courant continu).
- Vérifications dimensionnelles et géométrie de pôles (machines à courant continu).
- Paramètres de machine (en cas de ré-évaluation des performances) (par accord).
- Essai à rotor bloqué à tension réduite (machines à induction).
- Essai à vide et marquage du centre magnétique (sur accord).
- Intégrité de la cage du rotor (analyse spectrale de vibration, flux de fuite, courant stator).
- Vibration, essais de bruit (par accord).
- Essai en court-circuit (par accord) (génératrices).
- Marche à pleine charge (si possible, par accord).
- Essais de charge indirecte (si possible, par accord).
- Essai d'échauffement à plein courant à facteur de puissance zéro (si possible, par accord) (machines synchrones).
- Essais de rendement et d'échauffement (si possible, par accord).
- Excès de courant occasionnel (moteurs).
- Excédant de couple momentané (moteurs).
- Mesure de la courbe de couple/vitesse (moteurs) (si possible, par accord).
- Conformité à la CEM (si possible, par accord).
- Essais diélectriques selon la CEI 60034-1.
- Essai de commutation (machines à courant continu, par accord).
- Tension rémanente (excitatrices tournantes, par accord).
- Vérification des détecteurs de température, de vibrations, de vitesse, etc.