

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61972

Première édition
First edition
2002-11

**Méthode pour la détermination des pertes
et du rendement des moteurs triphasés
à induction à cage**

**Method for determining losses and efficiency
of three-phase cage induction motors**

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61972:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/9c196f83-a649-4467-a6ee-3f4ec91b924e/iec-61972-2002>



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61972:2002

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

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC
61972

Première édition
First edition
2002-11

**Méthode pour la détermination des pertes
et du rendement des moteurs triphasés
à induction à cage**

**Method for determining losses and efficiency
of three-phase cage induction motors**

(<https://standards.iteh.ai>)
Document Preview

IEC 61972:2002

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/9c196f83-a649-4467-a6ee-3f4ec91b924e/iec-61972-2002>

© IEC 2002 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 Varembe, 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

R

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	4
1 Domaine d'application	6
2 Références normatives	6
3 Termes, définitions et symboles	6
3.1 Termes et définitions	6
3.2 Symboles	8
4 Prescriptions d'essai	10
4.1 Alimentation	10
4.2 Instrumentation	10
4.3 Limites d'incertitude	12
5 Mode opératoire	12
5.1 Généralités	12
5.2 Température de la machine avant essai	14
5.3 Essais en charge	14
5.4 Essai à vide à tension variable	14
6 Détermination du rendement	16
6.1 Généralités	16
6.2 Pertes à vide	16
6.3 Pertes supplémentaires en charge	18
6.4 Corrections de la température ambiante	22
6.5 Rendement	24
6.6 Rendement à des points de charge spécifiques	24
Annexe A (informative) Formulaire recommandé pour le calcul du rendement du moteur	30
Annexe B (informative) Analyse de régression linéaire	32
Annexe C (normative) Correction des valeurs de couples dynamométriques mesurées	36
Figure 1 – Valeurs assignées des pertes supplémentaires en charge (méthode 2)	26
Figure 2 – Détermination des pertes à vide (voir 6.2) (exemple)	28
Figure 3 – Lissage des pertes supplémentaires en charge (voir 6.3.1.5) (exemple)	28

CONTENTS

FOREWORD	5
1 Scope	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and symbols	7
3.1 Terms and definitions	7
3.2 Symbols	9
4 Test requirements	11
4.1 Power supply	11
4.2 Instrumentation	11
4.3 Limits of uncertainty	13
5 Test procedure	13
5.1 General	13
5.2 Temperature of machine before test	15
5.3 Tests under load	15
5.4 No-load test at variable voltage	15
6 Determination of efficiency	17
6.1 General	17
6.2 No-load losses	17
6.3 Additional-load losses	19
6.4 Reference coolant temperature corrections	23
6.5 Efficiency	25
6.6 Efficiency at specific load points	25
Annex A (informative) Recommended form for calculation of motor efficiency	31
Annex B (informative) Linear regression analysis	33
Annex C (normative) Correction of dynamometer torque readings	37
Figure 1 – Assigned allowance for additional load losses (method 2)	27
Figure 2 – Determination of no-load losses (see 6.2) (example)	29
Figure 3 – Smoothing of the additional load losses (see 6.3.1.5) (example)	29

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DES PERTES ET DU RENDEMENT
DES MOTEURS TRIPHASÉS À INDUCTION À CAGE**

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 Norme internationale 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 61972 a été établie par le sous-comité 2G, Méthodes et procédures d'essai, du comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2G/125/FDIS	2G/126/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.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

METHOD FOR DETERMINING LOSSES AND EFFICIENCY OF THREE-PHASE CAGE INDUCTION MOTORS

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 International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61972 has been prepared by subcommittee 2G: Test methods and procedures, of IEC technical committee 2: Rotating machinery.

<https://standards.iteh.org/standards/iec/iec196183-a649-4467-a6ee-3f4ec91b924e/iec-61972-2002>

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

FDIS	Report on voting
2G/125/FDIS	2G/126/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.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

MÉTHODE POUR LA DÉTERMINATION DES PERTES ET DU RENDEMENT DES MOTEURS TRIPHASÉS À INDUCTION À CAGE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux moteurs triphasés à induction à cage et établit deux méthodes pour la détermination du rendement:

- Méthode 1: pour les moteurs soumis aux essais en utilisant un dispositif de mesure de couple, les pertes supplémentaires en charge étant déduites des mesures;
- Méthode 2: pour les moteurs soumis aux essais sans dispositif de mesure de couple avec pertes supplémentaires en charge assignées.

Ces deux méthodes sont différentes quant au mode opératoire permettant d'obtenir les pertes supplémentaires en charge. Sauf spécification contraire, il convient que la méthode 1 soit utilisée pour les moteurs d'une puissance allant jusqu'à 150 kW.

Pour d'autres méthodes d'estimation de rendement, voir la CEI 60034-2.

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 60034-2:1972, *Machines électriques tournantes – Deuxième partie: 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)*

Amendement 1 (1995)

Amendement 2 (1996)

CEI 60044 (toutes les parties), *Transformateurs de mesure*

CEI 60051-1, *Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires – Partie 1: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties*

CEI 60279, *Mesure de la résistance des enroulements d'une machine à courant alternatif en fonctionnement sous tension alternative*

3 Termes, définitions et symboles

3.1 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans la CEI 60034-1 et dans la CEI 60034-2, ainsi que les définitions suivantes, s'appliquent.

METHOD FOR DETERMINING LOSSES AND EFFICIENCY OF THREE-PHASE CAGE INDUCTION MOTORS

1 Scope

This International Standard is applicable to three-phase cage induction motors and establishes two methods for determination of efficiency:

- Method 1: for motors tested by using a torque measurement device, with additional load losses derived from measurements;
- Method 2: for motors tested without torque measurement, with assigned additional load losses.

The two methods are different in the procedure to obtain the additional load losses. Unless otherwise specified, method 1 should be used for motors up to 150 kW.

For other methods of efficiency estimation, see IEC 60034-2.

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 60034-2:1972, *Rotating electrical machines – Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*
Amendment 1 (1995)
Amendment 2 (1996)

IEC 60044 (all parts), *Instrument transformers*

IEC 60051-1, *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories – Part 1: Definitions and general requirements common to all parts*

IEC 60279, *Measurement of the winding resistance of an a.c. machine during operation at alternative voltage*

3 Terms, definitions and symbols

3.1 Terms and definitions

For the purposes of this document, the terms and definitions given in IEC 60034-1 and in IEC 60034-2, as well as the following, apply.

3.1.1

pertes dans le fer

pertes dans le fer actif et pertes à vide additionnelles dans d'autres parties métalliques

3.1.2

pertes supplémentaires en charge

- a) pertes engendrées par le courant de charge dans le fer actif et dans d'autres parties métalliques, à l'exception des conducteurs
- b) pertes par courants de Foucault dans les conducteurs des enroulements primaire ou secondaire dues à des pulsations de flux dépendant du courant

NOTE Dans certains pays, ces pertes sont également connues sous l'appellation de perte de charge parasite.

3.2 Symboles

$\cos \varphi$	facteur de puissance
f	fréquence d'alimentation
I	courant de ligne
I_0	courant de ligne à vide
$(I^2R)_0$	pertes Joule statoriques à vide
$(I^2R)_s$	pertes Joule statoriques
$(I^2R)_r$	pertes Joule rotoriques
$(I^2R)_{ss}$	pertes Joule statoriques corrigées à la température en charge assignée qui a été corrigée à une température de refroidissement de référence de 25 °C
$(I^2R)_{rs}$	pertes Joule rotoriques corrigées à la température en charge assignée qui a été corrigée à une température de refroidissement de référence de 25 °C
k_d	correction du couple dynamométrique
n	vitesse de fonctionnement (voir note)
p	nombre de paires de pôles
P_1	puissance absorbée
P_2	puissance utile
P_{2N}	puissance utile assignée
P_{FE}	pertes dans le fer
P_f	pertes par ventilation et frottement
P_k	pertes constantes
P_L	pertes résiduelles
P_{LL}	pertes supplémentaires en charge
P_0	puissance absorbée à vide
P_{d0}	puissance absorbée avec dynamomètre entraîné sans charge
R	résistance statorique entre phases en courant continu
R_a	résistance statorique entre phases à la température initiale d'enroulement θ_i mesurée à température ambiante
R_s	résistance statorique entre phases corrigée à la température de référence du fluide de refroidissement de 25° C
R_N	résistance statorique entre phases à la charge assignée, à la fin de l'essai thermique
R_0	résistance statorique entre phases à vide
s	glissement en valeur unitaire de la vitesse synchrone

3.1.1**core losses**

losses in active iron and additional no-load losses in other metal parts

3.1.2**additional load losses**

- a) losses produced by the load current in active iron and other metal parts other than conductors.
- b) eddy current losses in primary or secondary winding conductors caused by current dependent flux pulsations.

NOTE These losses are also known as stray load loss in some countries.

3.2 Symbols

$\cos \varphi$	power factor
f	supply frequency
I	line current
I_0	line current at no-load
$(I^2R)_0$	stator winding losses at no-load
$(I^2R)_s$	stator winding losses
$(I^2R)_r$	rotor winding losses
$(I^2R)_{ss}$	stator winding losses corrected to the rated load temperature which has been corrected to a reference coolant temperature of 25 °C
$(I^2R)_{rs}$	rotor winding losses corrected to the rated load temperature which has been corrected to a reference coolant temperature of 25 °C
k_d	dynamometer torque correction
n	operating speed (see note)
p	number of pole pairs
P_1	input power
P_2	output power
P_{2N}	rated output power
P_{FE}	core losses
P_f	windage and friction losses
P_k	constant losses
P_L	residual losses
P_{LL}	additional-load losses
P_0	input power at no-load
P_{d0}	input power at no-load with coupled dynamometer
R	stator line-to-line d.c. resistance
R_a	stator line-to-line resistance at the initial winding temperature θ_i measured at ambient temperature
R_s	stator line-to-line resistance corrected to a reference coolant temperature of 25° C
R_N	stator line-to-line resistance at rated load at the end of the thermal test
R_0	stator line-to-line resistance at no-load
s	slip in per unit value of synchronous speed
s_s	the slip corrected to a reference temperature of 25 °C

s_s	glissement corrigé à une température de référence de 25 °C
T	couple corrigé
T_d	valeur relevée sur le dispositif de mesure du couple
T_{d0}	valeur de couple relevée avec dynamomètre entraîné sans charge
U	tension aux bornes
U_0	tension aux bornes à vide
U_N	tension assignée aux bornes
η	rendement
θ_a	température ambiante
θ_c	température du fluide de refroidissement de référence. Le fluide de refroidissement de référence dans le cas d'une machine à refroidissement à air-eau est le fluide de refroidissement primaire
θ_i	température initiale d'enroulement
θ_N	température de l'enroulement statorique à la charge assignée

NOTE Les unités sont des unités SI telles qu'énumérées dans la CEI 60027-1. La vitesse n est la fréquence de rotation en s^{-1} (rév/s). Les valeurs de vitesse en min^{-1} (rév/min) doivent être divisées par 60.

4 Prescriptions d'essai

4.1 Alimentation

4.1.1 Tension

La tension doit être la tension assignée, et l'alimentation doit être conforme à 6.2.1 de la CEI 60034-1.

4.1.2 Fréquence

La fréquence doit être égale à la fréquence spécifiée $\pm 0,3$ % pendant les mesures.

4.2 Instrumentation

4.2.1 Appareils de mesure des grandeurs électriques

Les appareils de mesure doivent avoir une classe de précision de 0,2 conformément à la CEI 60051-1.

La précision des appareils étant généralement exprimée en pourcentage de pleine échelle, l'étendue de mesure choisie pour l'appareil doit être aussi faible que possible.

4.2.2 Transformateurs de mesure

Les transformateurs de mesure doivent avoir une classe de précision de 0,2 conformément à la CEI 60044.

4.2.3 Mesure du couple

Les appareils utilisés pour mesurer le couple doivent avoir une précision de $\pm 0,2$ % de pleine échelle.

Lorsque le dispositif de charge est un dynamomètre, un essai de correction du couple doit être effectué. L'Annexe C donne une méthode permettant d'obtenir le couple T corrigé.