

NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD

CEI
IEC

60034-28

Première édition
First edition
2007-03

Machines électriques tournantes –

**Partie 28:
Méthodes d'essai pour la détermination des
grandeurs des schémas d'équivalence des
circuits pour moteurs à induction à cage
basse tension triphasés**

Rotating electrical machines –

**Part 28:
Test methods for determining quantities of
equivalent circuit diagrams for three-phase
low-voltage cage induction motors**

© IEC 2007 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

U

*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, définitions et symboles	10
3.1 Symboles	10
3.2 Connexion Y équivalente.....	16
4 Exigences d'essai.....	16
4.1 Fréquence et tension.....	16
4.2 Instrumentation	16
5 Approximations et incertitudes.....	18
6 Procédures d'essai.....	18
6.1 Généralités.....	18
6.2 Mesure de la résistance entre lignes à courant continu du stator.....	20
6.3 Charge d'essai	20
6.4 Essai à vide.....	20
6.5 Essais de rotation inverse et à rotor bloqué.....	22
7 Détermination des grandeurs de moteurs	22
7.1 Généralités.....	22
7.2 Résistance de l'enroulement du stator R_s	26
7.3 Résistance équivalente de pertes dans le fer R_{fe}	26
7.4 Inductance du stator totale $L_{ts} = L_m + L_s$	28
7.5 Inductance de fuite totale L_σ	32
7.6 Inductance de magnétisation L_m et tension U_m	36
7.7 Inductances de fuite du stator et du rotor L_s et L_r'	36
7.8 Inductances pour calculs à flux constant (charge assignée).....	36
7.9 Résistance de la cage du rotor R_r' en référence à l'enroulement du stator	38
Annexe A (informative) Formulaire pour le calcul de résistance des pertes dans le fer R_{fe}	42
Annexe B (informative) Formulaire pour le calcul de l'inductance totale du stator L_{ts}	44
Annexe C (informative) Formulaire pour le calcul de l'inductance de fuite totale L_σ	46
Annexe D (informative) Formulaire pour le calcul de l'inductance de magnétisation L_m	48
Annexe E (informative) Calcul d'échantillons	50
Figure 1 – Schéma des circuits équivalents de type T.....	24
Figure 2 – Schéma des circuits équivalents de type T (sans tenir compte des pertes dans le fer)	24
Figure 3 – Schéma des circuits équivalents de type L (sans tenir compte des pertes dans le fer)	24
Figure 4 – Caractéristiques typiques d'inductance L sur le courant I	30

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	11
3 Terms, definitions and symbols	11
3.1 Symbols	11
3.2 Equivalent Y-connection.....	17
4 Test requirements	17
4.1 Frequency and voltage	17
4.2 Instrumentation	17
5 Approximations and uncertainties	19
6 Test procedures	19
6.1 General.....	19
6.2 Stator d.c. line-to-line resistance measurement.....	21
6.3 Load-test.....	21
6.4 No-load test.....	21
6.5 Reverse rotation and locked rotor tests	23
7 Determination of motor quantities	23
7.1 General.....	23
7.2 Resistance of stator winding R_S	27
7.3 Equivalent resistance of iron losses R_{fe}	27
7.4 Total stator inductance $L_{tS} = L_M + L_S$	29
7.5 Total leakage inductance L_σ	33
7.6 Magnetizing inductance L_M and voltage U_M	37
7.7 Stator and rotor leakage inductances L_S and L_r'	37
7.8 Inductances for calculations at constant flux (rated load).....	37
7.9 Resistance of rotor cage R_r' referred to stator winding.....	39
Annex A (informative) Form for calculation of resistance of iron losses R_{fe}	43
Annex B (informative) Form for calculation of total stator inductance L_{tS}	45
Annex C (informative) Form for calculation of total leakage inductance L_σ	47
Annex D (informative) Form for calculation of magnetizing inductance L_M	49
Annex E (informative) Sample calculation	51
Figure 1 – Type-T equivalent circuit diagram	25
Figure 2 – Type-T equivalent circuit diagram (iron losses disregarded).....	25
Figure 3 – Type-L equivalent circuit diagram (iron losses disregarded)	25
Figure 4 – Typical characteristic of inductance L over current I	31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 28: Méthodes d'essai pour la détermination des grandeurs des schémas d'équivalence des circuits pour moteurs à induction à cage basse tension triphasés

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60034-28 a été établie par le comité d'études 2 de la CEI: Machines tournantes.

Le texte de cette Norme est basé sur les documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
2/1415/FDIS	2/1423/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –
Part 28: Test methods for determining quantities of equivalent circuit diagrams for three-phase low-voltage cage induction motors

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60034-28 has been prepared by IEC technical committee 2: Rotating machinery.

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

FDIS	Report on voting
2/1415/FDIS	2/1423/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.

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

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

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

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Les circuits équivalents sont largement utilisés dans la commande des entraînements à vitesse variable avec des moteurs à induction alimentés par des inverseurs de fréquence. Les paramètres de moteur sont exigés pour la réalisation des algorithmes de commande par orientation du flux ou autres algorithmes de commande à base de modèle. Leur connaissance est exigée par les fournisseurs et les ingénieurs systèmes, en particulier lorsque les moteurs et les inverseurs de fréquence de différents fournisseurs sont combinés.

La présente partie de la CEI 60034 fournit une méthode d'essai normalisée pour déterminer les paramètres des moteurs électriques. En même temps cette norme fournit une meilleure compréhension de la méthode de circuit équivalent. Les procédures peuvent être effectuées en laboratoires équipés pour des essais normalisés de machines électriques.

NOTE Le principal objectif de la présente norme est d'aider à la modélisation des moteurs régulés par la fréquence. Du fait des simplifications, les résultats ne peuvent pas être utilisés pour déterminer avec précision les caractéristiques et le rendement.

Spécification technique en rapport avec la présente norme, la CEI 60034-25 "Guide pour la conception et la performance des moteurs à induction à cage spécifiquement conçus pour l'alimentation du convertisseur" énumère les paramètres sans définitions ni méthodes de détermination.

INTRODUCTION

Equivalent circuits are widely used in the control of adjustable speed drives with induction motors supplied by frequency inverters. The motor parameters are required for the realisation of flux oriented control or other model-based control algorithms. Their knowledge is required by suppliers and system engineers, especially when motors and frequency inverters from different suppliers are combined.

This part of IEC 60034 provides a standardized test procedure to determine the electric motor parameters. At the same time this standard offers an improved understanding of the equivalent circuit method. The procedures can be carried out in laboratories equipped for standard electric machinery tests.

NOTE The standard's main purpose is for assistance in modelling frequency controlled motors. Due to the simplifications, the results cannot be used to determine motor performance or efficiency accurately.

A related technical specification is IEC 60034-25: "Guide for the design and performance of cage induction motors specifically designed for converter supply" where required motor parameters are listed, but their definition and methods of their determination are not included.

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES –

Partie 28: Méthodes d'essai pour la détermination des grandeurs des schémas d'équivalence des circuits pour moteurs à induction à cage basse tension triphasés

1 Domaine d'application

Cette partie de la CEI 60034 s'applique aux moteurs à induction à cage basse tension triphasés de désignations de carcasses entre 56 et 400, spécifiés dans la CEI 60072-1.

Cette norme définit des éléments normalisés de schémas de circuits équivalents monophasés et établit à partir d'essais des procédures pour obtenir des valeurs pour ces éléments.

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 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 exigences générales communes à toutes les parties*

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

ROTATING ELECTRICAL MACHINES –

Part 28: Test methods for determining quantities of equivalent circuit diagrams for three-phase low-voltage cage induction motors

1 Scope

This part of IEC 60034 applies to three-phase low-voltage cage induction motors of frame numbers 56 to 400 as specified in IEC 60072-1.

This standard establishes procedures to obtain values for elements of single phase equivalent circuit diagrams from tests and defines standard elements of these diagrams.

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