IEC/TS 60349-3

Edition 2.0 2010-03

TECHNICAL SPECIFICATION

SPÉCIFICATION TECHNIQUE

Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 3: Determination of the total losses of converter-fed alternating current motors by summation of the component losses

Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 3: Détermination des pertes totales des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur par sommation des pertes élémentaires

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

Q

ICS 45.060

ISBN 978-2-88910-173-3

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

CONTENTS

FOREWORD 3
1 Scope and object 5
2 Instrumentation 5
3 Summation of losses 6
3.1 The total losses are the sum of the following component losses. 6
3.2 Determination of the component losses 7
3.2.1 Asynchronous motors 7
3.2.2 Synchronous motors 8
Annex A (informative) The equivalent circuit of an asynchronous motor 10
Annex B (informative) Stray load loss 16

Figure 1 – Derivation of equivalent 50 Hz rated power input 8
Figure A.1 – Equivalent circuit of an asynchronous motor on no-load 10
Figure A.2 – Equivalent circuit of an asynchronous motor on load 13
Figure A.3 – Graphical method for determining friction and windage loss 15

Table 1 – Accuracy of external attenuators 6
Table 2 – Overall accuracy of power measurement 6
Table A.1 – Determination of parameters of the equivalent circuit 11
Table A.2 – Definition of parameters 14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC TRACTION – ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR RAIL AND ROAD VEHICLES –

Part 3: Determination of the total losses of converter-fed alternating current motors by summation of the component losses

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

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

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

IEC 60349-3, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This second edition cancels and replaces the first edition, issued in 1995, and constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are as follows:

– Omissions in some formulas in 3.2.1.2 and Table A.2 were fixed.

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

Enquiry draft	Report on voting
9/1267/DTS	9/1342/RVC

Full information on the voting for the approval of this technical specification can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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 be

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

ELECTRIC TRACTION – ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR RAIL AND ROAD VEHICLES –

Part 3: Determination of the total losses of converter-fed alternating current motors by summation of the component losses

1 Scope and object

This technical specification applies to machines complying with IEC 60349-2.

The total losses of a converter-fed motor may be determined by summation of the component losses derived from no-load and load tests. The total input power is the sum of the power at the fundamental frequency and at all other frequencies. In all practical cases the latter input includes the losses resulting from the voltage and current harmonics in the converter supply by using suitable instrumentation it can be derived from measurement of the total and fundamental frequency power inputs when the machine is on load.

The losses supplied at the fundamental frequency cannot be measured directly and so are derived from measurement of the fundamental frequency load current and the fundamental frequency no-load power input.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 19
1 Domaine d'application et objet 21
2 Instrumentation de mesure 21
3 Sommation des pertes 22
3.1 Les pertes totales sont la somme des pertes élémentaires suivantes. 22
3.2 Détermination des pertes élémentaires 23
3.2.1 Moteurs asynchrones 23
3.2.2 Moteurs synchrones 24
Annexe A (informative) Circuit équivalent d'un moteur asynchrone 26
Annexe B (informative) Pertes supplémentaires en charge 32

Figure 1 – Obtention de la puissance d'entrée assignée équivalente à 50 Hz 24
Figure A.1 – Circuit équivalent d'un moteur asynchrone à vide 26
Figure A.2 – Circuit équivalent d'un moteur asynchrone en charge 29
Figure A.3 – Méthode graphique de détermination des pertes par frottement et ventilation 31

Tableau 1 – Précision d'un atténuateur externe 22
Tableau 2 – Précision globale de mesure de puissance 22
Tableau A.1 – Détermination des paramètres du circuit équivalent 27
Tableau A.2 – Définition des paramètres 30

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

TRACTION ÉLECTRIQUE – MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES DES VÉHICULES FERROVIAIRES ET ROUTIERS –

Partie 3: Détermination des pertes totales des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur par sommation des pertes élémentaires

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

- lorsqu'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 60349-3, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1995, dont elle constitue une révision technique.

Les principaux changements techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivants :

– Des omissions dans certaines formules de 3.2.1.2 et du Tableau A.2 ont été corrigées.

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

Projet d'enquête	Rapport de vote
9/1267/DTS	9/1342/RVC

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

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

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

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

TRACTION ÉLECTRIQUE – MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES DES VÉHICULES FERROVIAIRES ET ROUTIERS –

Partie 3: Détermination des pertes totales des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur par sommation des pertes élémentaires

1 Domaine d'application et objet

Cette spécification technique s'applique aux machines satisfaisant à la CEI 60349-2.

Les pertes totales d'un moteur alimenté par convertisseur peuvent être déterminées par sommation des pertes élémentaires déduites d'essais à vide et en charge. La puissance totale d'entrée est la somme de la puissance à la fréquence fondamentale et de la puissance à toutes les autres fréquences. Dans tous les cas pratiques, cette dernière puissance d'entrée inclut les pertes résultant des harmoniques de tension et de courant de l'alimentation par convertisseur, et grâce à l'utilisation d'une instrumentation convenable, elle peut être déduite de la mesure de la puissance d'entrée totale et de la puissance d'entrée à la fréquence fondamentale lorsque la machine est en charge.

Les pertes fournies à la fréquence fondamentale ne peuvent pas être mesurées directement et par suite elles sont déduites des mesures du courant en charge et de la puissance d'entrée à vide à la fréquence fondamentale.