

**RAPPORT  
TECHNIQUE – TYPE 2  
TECHNICAL  
REPORT – TYPE 2**

**CEI  
IEC  
349-3**

Première édition  
First edition  
1995-08

---

---

**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

**Electric traction –  
Rotating electrical machines  
for rail and road vehicles –**

**Part 3:**

Determination of the total losses of convertor-  
fed alternating current motors by summation  
of the component losses

© CEI 1995 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 pro-  
cédé, 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembé Genève, Suisse

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

Q

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

## SOMMAIRE

|  | Pages |
|--|-------|
| AVANT-PROPOS.....                                | 4     |
| Articles   |       |
| 1 Domaine d'application et objet.....            | 8     |
| 2 Instrumentation de mesure .....                | 8     |
| 3 Sommatation des pertes.....                    | 10    |
| Annexes  |       |
| A Circuit équivalent d'un moteur asynchrone..... | 18    |
| B Pertes supplémentaires en charge .....         | 32    |

## CONTENTS

|  | Page |
|--|------|
| FOREWORD.....  | 5    |
| Clause   |      |
| 1 Scope and object.....                                | 9    |
| 2 Instrumentation .....                                | 9    |
| 3 Summation of losses .....                            | 11   |
| Annexes  |      |
| A The equivalent circuit of an asynchronous motor..... | 19   |
| B Stray load loss .....                                | 33   |

## COMMISSION ELECTROTECHNIQUE 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 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 en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles 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.

La tâche principale des comités d'études de la CEI est d'élaborer des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'un rapport technique de l'un des types suivants:

- type 1, lorsque, en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale;
- type 2, lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique, ou lorsque, 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;
- type 3, lorsqu'un comité d'études a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales, cela pouvant comprendre, par exemple, des informations sur l'état de la technique.

Les rapports techniques de types 1 et 2 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. Les rapports techniques de type 3 ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données qu'ils contiennent ne soient plus jugées valables ou utiles.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

---

**ELECTRIC TRACTION –  
ROTATING ELECTRICAL MACHINES  
FOR RAIL AND ROAD VEHICLES –****Part 3: Determination of the total losses of convertor-fed  
alternating current motors  
by summation of the component losses**

## 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, prepared by technical committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, 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.

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 report of one of the following types:

- type 1, when the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts;
- type 2, when the subject is still under technical development or where for any other reason there is the future but not immediate possibility of an agreement on an International Standard;
- type 3, when a technical committee has collected data of a different kind from that which is normally published as an International Standard, for example "state of the art".

Technical reports of types 1 and 2 are subject to review within three years of publication to decide whether they can be transformed into International Standards. Technical reports of type 3 do not necessarily have to be reviewed until the data they provide are considered to be no longer valid or useful.

La CEI 349-3, rapport technique de type 2, a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel de traction électrique.

Le texte de ce rapport technique est issu des documents suivants:

| Projet de comité | Rapport de vote |
|------------------|-----------------|
| 9(SEC)328        | 9(SEC)338       |

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

Au vu de l'expérience encore limitée de la méthode et des développements continus de l'instrumentation de mesures, ce rapport technique se propose d'être seulement un guide provisoire pour la détermination des pertes totales des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur.

Le présent document est publié dans la série des rapports techniques de type 2 (conformément au paragraphe G.4.2.2 de la partie 1 des Directives CEI/ISO) comme «norme prospective d'application provisoire» dans le domaine des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur pour véhicules ferroviaires et routiers, car il est urgent d'avoir des indications sur la meilleure façon d'utiliser les normes dans ce domaine afin de répondre à un besoin déterminé.

Ce document ne doit pas être considéré comme une «Norme internationale». Il est proposé pour une mise en oeuvre provisoire, dans le but de recueillir des informations et d'acquérir de l'expérience quant à son application dans la pratique. Il est de règle d'envoyer les observations éventuelles relatives au contenu de ce document au Bureau Central de la CEI.

Il sera procédé à un nouvel examen de ce rapport technique de type 2 trois ans au plus tard après sa publication, avec la faculté d'en prolonger la validité pendant trois autres années, de le transformer en Norme internationale ou de l'annuler.

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

IEC 349-3 which is a technical report of type 2, has been prepared by IEC technical committee 9: Electric traction equipment.

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

|                 |                  |
|-----------------|------------------|
| Committee draft | Report on voting |
| 9(SEC)328       | 9(SEC)338        |

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

In view of the as yet limited experience of the method and of continuing technical developments in instrumentation, this technical report is intended only as a provisional guide to the determination of the total losses of convertor-fed alternating current motors.

This document is issued in the type 2 technical report series of publications (according to G.4.2.2 of part 1 of the IEC/ISO Directives) as a "prospective standard for provisional application" in the field of convertor-fed alternating current motors for rail and road vehicles, because there is an urgent requirement for guidance on how standards in this field should be used to meet an identified need.

This document is not to be regarded as an "International Standard". It is proposed for provisional application so that information and experience of its use in practice may be gathered. Comments on the content of this document should be sent to the IEC Central Office.

A review of this type 2 technical report will be carried out not later than three years after its publication, with the options of either extension for a further three years or conversion to an International Standard or withdrawal.

Annexes A and B are for information only.

**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**

Ce rapport technique s'applique aux machines satisfaisant à la CEI 349-2.

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.



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

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

**1 Scope and object**

This technical report applies to machines complying with IEC 349-2.

The total losses of a convertor-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 convertor 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.