

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60349-1

Première édition
First edition
1999-11

**Traction électrique – Machines électriques
tournantes des véhicules ferroviaires et routiers –**

**Partie 1:
Machines autres que les moteurs à courant
alternatif alimentés par convertisseur électronique**

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

**Part 1:
Machines other than electronic convertor-fed
alternating current motors**

© IEC 1999 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 photo-copie 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	10
2 Références normatives	12
3 Définitions.....	14
4 Conditions d'environnement	24
5 Caractéristiques.....	24
5.1 Généralités	24
5.2 Température de référence.....	26
5.3 Caractéristiques de rendement	26
5.4 Caractéristiques des moteurs de traction à collecteurs	26
5.5 Caractéristiques des génératrices principales	28
5.6 Caractéristiques des moteurs auxiliaires.....	28
5.7 Caractéristiques des génératrices auxiliaires	28
5.8 Caractéristiques des groupes moteurs-générateurs auxiliaires et des convertisseurs tournants	28
6 Marquage	30
6.1 Plaque signalétique	30
6.2 Marquage des câbles et des bornes.....	30
7 Catégories et liste des essais	30
7.1 Catégories d'essais.....	30
7.2 Liste des essais	32
8 Essais de type	36
8.1 Essais d'échauffement.....	36
8.2 Essais et tolérances caractéristiques	40
8.3 Essais de commutation	48
8.4 Essais en régime transitoire.....	50
8.5 Essais de court-circuit des alternateurs principaux et auxiliaires	54
8.6 Essais de démarrage	56
8.7 Essais de survitesse	58
8.8 Essais de vibration	58
9 Essais de série	58
9.1 Essai de bon fonctionnement de courte durée.....	58
9.2 Essais de détermination des caractéristiques et tolérances.....	60
9.3 Essais de commutation	64
9.4 Essais de survitesse	66
9.5 Essais diélectriques	68
9.6 Essais de vibrations (non compensées)	68
9.7 Mesure de la déformation radiale du collecteur (faux-rond)	70

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
Clause	
1 Scope and object	11
2 Normative references	13
3 Definitions	15
4 Environmental conditions	25
5 Characteristics	25
5.1 General	25
5.2 Reference temperature	27
5.3 Efficiency characteristics	27
5.4 Commutator type traction motor characteristics	27
5.5 Main generator characteristics	29
5.6 Auxiliary motor characteristics	29
5.7 Auxiliary generator characteristics	29
5.8 Auxiliary motor-generator set and rotary convertor characteristics	29
6 Marking	31
6.1 Nameplate	31
6.2 Terminal and lead markings	31
7 Test categories and summary of tests	31
7.1 Test categories	31
7.2 Summary of tests	33
8 Type tests	37
8.1 Temperature-rise tests	37
8.2 Characteristic tests and tolerances	41
8.3 Commutation tests	49
8.4 Transient tests	51
8.5 Short-circuit tests on main and auxiliary alternators	55
8.6 Starting tests	57
8.7 Overspeed tests	59
8.8 Vibration tests	59
9 Routine tests	59
9.1 Short-time soundness test	59
9.2 Characteristic tests and tolerances	61
9.3 Commutation routine tests	65
9.4 Overspeed tests	67
9.5 Dielectric tests	69
9.6 Vibration tests (imbalance)	69
9.7 Commutator radial run-out measurement	71

Annexes	Pages
Annexe A (normative) Mesure de la température	76
Annexe B (informative) Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement	82
Annexe C (informative) Bruit.....	104
Annexe D (normative) Tensions d'alimentation des réseaux de traction	124
Annexe E (informative) Accords entre exploitant et constructeur	126
Bibliographie	130
Tableau 1 Liste des essais	34
Tableau 2 Limites d'échauffement pour les régimes assignés continus ou autres	38
Tableau 3 Valeurs d'échauffement pour les régimes de surcharge de courte durée	40
Tableau 4 Tolérances sur la vitesse des moteurs de traction à collecteur.....	42
Tableau 5 Tensions d'essais	68
Tableau 6 Limites de la déformation radiale du collecteur	70
Tableau C.1 Corrections	108
Tableau C.2 Corrections	114
Tableau C.3 Limites de niveau de bruit aérien moyen généré par les machines électriques tournantes autres que moteurs de traction, pour véhicules ferroviaires et routiers	118
Figure 1 Définition des régimes d'essais pour moteurs de traction à collecteur	72
Figure 2 Définition des régimes d'essais pour génératrices principales	74
Figure B.1 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en parallèle	86
Figure B.2 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en série.....	88
Figure B.3 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en série et avec accouplement mécanique	90
Figure B.4 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs monophasés à collecteur par la méthode de récupération avec connexion des machines en série	92
Figure B.5 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à courant ondulé par la méthode de récupération avec connexion des machines en série	94
Figure B.6 Schéma pour la détermination des pertes et du rendement des moteurs à courant ondulé par la méthode de récupération avec connexion des machines en parallèle.....	96
Figure B.7 Schéma pour la mesure des pertes alternatives des moteurs à courant ondulé ..	98
Figure B.8 Facteur correctif pour les pertes supplémentaires en charge des machines à courant continu non compensées	102
Figure B.9 Facteur correctif pour pertes Joules en courant ondulé	102
Figure B.10 Valeurs conventionnelles des pertes dans les transmissions des moteurs de traction.....	102
Figure C.1 Limite de niveau de bruit aérien moyen généré par les moteurs de traction	116
Figure C.2 Situation des points de mesure et contours prescrits pour une machine à axe horizontal	120
Figure C.3 Situation des points de mesure et contours prescrits pour une machine à axe vertical	122

Annexes	Page
Annex A (normative) Measurement of temperature	77
Annex B (informative) Methods of determining losses and efficiency	83
Annex C (informative) Noise	105
Annex D (normative) Supply voltages of traction systems	125
Annex E (informative) Agreement between user and manufacturer	127
Bibliography	131
Table 1 Summary of tests	35
Table 2 Limits of temperature rise for continuous or other ratings	39
Table 3 Temperature rise for short-time overload rating	41
Table 4 Tolerances on the speed of commutator type traction motors	43
Table 5 Dielectric test voltages	69
Table 6 Limits of commutator radial run-out	71
Table C.1 Corrections	109
Table C.2 Corrections	115
Table C.3 Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by rotating electrical machines for rail and road vehicles other than traction motors	119
Figure 1 Commutator type traction motor test points	73
Figure 2 Main generator test points	75
Figure B.1 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in parallel	87
Figure B.2 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in series	89
Figure B.3 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in series and with mechanical drive	91
Figure B.4 Circuit for determining loss and efficiency of single-phase a.c. commutator motors by the regenerative method with the machines connected in series	93
Figure B.5 Circuit for determining loss and efficiency of pulsating current motors by the regenerative method with the machines connected in series	95
Figure B.6 Circuit for determining loss and efficiency of pulsating current motors by the regenerative method with the machines connected in parallel	97
Figure B.7 Circuit for the measurement of the a.c. losses of pulsating current motors	99
Figure B.8 Correction factor for additional load loss of uncompensated d.c. machines	103
Figure B.9 Correction factor for pulsating current I^2R loss	103
Figure B.10 Conventional values of traction motor transmission losses	103
Figure C.1 Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by traction motors	117
Figure C.2 Location of measuring points and prescribed paths for horizontal machines	121
Figure C.3 Location of measuring points and prescribed paths for vertical machines	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 1: Machines autres que les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur électronique

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 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 60349-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire. Elle annule et remplace la CEI 60349 parue en 1991, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/529/FDIS	9/547/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 3.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTRIC TRACTION –
ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR RAIL
AND ROAD VEHICLES –****Part 1: Machines other than electronic convertor-fed
alternating current 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 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 60349-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment. It cancels and replaces IEC 60349 published in 1991 of which it constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
9/529/FDIS	9/547/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 3.

Les annexes A et D font partie intégrante de cette norme.

Les annexes B, C et E sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2007.

A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

La CEI 60349-1 fait partie d'une série de publications présentes sous le titre général *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers*.

Annexes A and D form an integral part of this standard.

Annexes B, C and E are for information only.

The committee has decided that this publication, remains valid until 2007.

At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

IEC 60349-1 forms part of a series of publications under the general title: *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles*.

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

Partie 1: Machines autres que les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur électronique

1 Domaine d'application et objet

1.1 La présente partie de la CEI 60349 est applicable aux machines électriques tournantes, autres que les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur, qui font partie de l'équipement des véhicules ferroviaires et routiers à propulsion électrique. Les véhicules peuvent être alimentés soit par une source externe soit par une source interne.

L'objet de cette norme est de permettre de confirmer, par des essais, les qualités de fonctionnement d'une machine et de procurer une base d'estimation de son aptitude à fournir un service spécifié et une base de comparaison avec d'autres machines.

NOTE 1 – La présente norme est également applicable aux machines installées sur les remorques attelées aux véhicules à propulsion électrique.

NOTE 2 – Les principes de base de la présente norme peuvent être appliqués aux machines tournantes des véhicules à usages spéciaux tels que les locomotives de mines, mais cette norme ne couvre pas les dispositifs antidéflagrants ou autres équipement spéciaux qui pourraient être nécessaires.

NOTE 3 – Il n'est pas prévu que la présente norme soit applicable aux machines de petits véhicules routiers, tels que les camionnettes de livraison alimentées par une batterie, les chariots d'usine, etc. Elle n'est pas non plus applicable aux très petites machines, telles que les moteurs d'essuie-glaces, qui peuvent être utilisées sur tous types de véhicules.

NOTE 4 – Des machines de type industriel conformes aux normes de la série CEI 60034 peuvent convenir pour certaines fonctions auxiliaires.

1.2 Le courant électrique absorbé ou fourni par les machines couvertes par cette norme peut être l'un des suivants:

- a) courant continu (y compris courant alternatif polyphasé redressé);
- b) courant ondulé (courant alternatif monophasé redressé);
- c) courant unidirectionnel régulé par hacheur;
- d) courant alternatif monophasé;
- e) courant alternatif polyphasé (en général triphasé).

1.3 Dans la présente norme, les machines électriques concernées sont classées comme suit.

1.3.1 Moteurs de traction

Moteurs utilisés pour propulser des véhicules ferroviaires ou routiers.

1.3.2 Génératrices principales entraînées par un moteur thermique

Génératrices qui servent à fournir l'énergie aux moteurs de traction du même véhicule ou de la même rame.

1.3.3 Groupes moteurs-générateurs principaux

Machines alimentées par une ligne de contact ou par une batterie et fournissant l'énergie aux moteurs de traction du même véhicule ou de la même rame.

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

Part 1: Machines other than electronic convertor-fed alternating current motors

1 Scope and object

1.1 This part of IEC 60349 is applicable to rotating electrical machines, other than electronic convertor-fed alternating current motors, forming part of the equipment of electrically propelled rail and road vehicles. The vehicles may obtain power either from an external supply or from an internal source.

The object of this standard is to enable the performance of a machine to be confirmed by tests and to provide a basis for assessment of its suitability for a specified duty and for comparison with other machines.

NOTE 1 – This standard also applies to machines installed on trailers hauled by electrically propelled vehicles.

NOTE 2 – The basic requirements of this standard may be applied to rotating electrical machines for special purpose vehicles such as mine locomotives, but it does not cover flameproof or other special features that may be required.

NOTE 3 – It is not intended that this standard should apply to machines on small road vehicles such as battery-fed delivery vehicles, works trucks, etc. Neither does it apply to minor machines such as windscreen wiper motors, etc. that may be used on all types of vehicles.

NOTE 4 – Industrial type machines complying with the IEC 60034 series may be suitable for certain auxiliary applications.

1.2 Electrical inputs or outputs of machines covered by this standard may be as follows:

- a) direct current (including rectified polyphase alternating current);
- b) pulsating current (rectified single-phase alternating current);
- c) unidirectional chopper-controlled current;
- d) single-phase alternating current;
- e) polyphase alternating current (in general three-phase).

1.3 In this standard, the electrical machines concerned are classified as follows.

1.3.1 Traction motors

Motors for propelling rail or road vehicles.

1.3.2 Engine-driven main generators

Generators for supplying power to traction motors on the same vehicle or train.

1.3.3 Main motor-generator sets

Machines obtaining power from a line or battery, and supplying power to traction motors on the same vehicle or train.

1.3.4 Moteurs auxiliaires

Moteurs servant à l'entraînement de compresseurs, ventilateurs, génératrices auxiliaires ou autres machines auxiliaires.

1.3.5 Génératrices auxiliaires

Génératrices servant à fournir de l'énergie pour les services auxiliaires tels que le conditionnement d'air, le chauffage, l'éclairage, la charge de batterie, etc.

1.3.6 Groupes moteurs-générateurs auxiliaires et convertisseurs tournants auxiliaires

Machines alimentées par la ligne de contact ou par une autre source et fournissant de l'énergie pour les services auxiliaires.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60349. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60349 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

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

CEI 60034-14:1996, *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 vibration*

CEI 60050(131), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques*

CEI 60050(151), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

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

CEI 60050(811), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

CEI 60085, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60411-2, *Convertisseurs de puissance pour la traction – Deuxième partie: Informations techniques supplémentaires*

CEI 60638, *Critères d'appréciation et cotation de la commutation des machines tournantes de traction*

CEI 60850, *Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

ISO/CEI Guide 2, *Normalisation et activités connexes – Vocabulaire général*

1.3.4 Auxiliary motors

Motors for driving compressors, fans, auxiliary generators or other auxiliary machines.

1.3.5 Auxiliary generators

Generators for supplying power for auxiliary services such as air conditioning, heating, lighting, battery charging, etc.

1.3.6 Auxiliary motor-generator sets and auxiliary rotary convertors

Machines which obtain their power from the line or other source to provide an electrical supply for auxiliary services.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60349. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parts to agreements based on this part of IEC 60349 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

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

IEC 60034-14:1996, *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 60050(131), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 60050(151), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

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

IEC 60050(811), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60085, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60411-2, *Power convertors for electric traction – Part 2: Additional technical information*

IEC 60638, *Criteria for assessing and coding of the commutation of rotating electrical machines for traction*

IEC 60850, *Supply voltage of traction systems*

ISO/IEC Guide 2, *Standardization and related activities – General vocabulary*