IEC 60349-2

Edition 3.0 2010-10

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors

Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs électroniques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

COMMISSION ELECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

W

ICS 45.060

ISBN 978-2-88912-183-0

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

CONTENTS

FOREWORD 4
1 Scope and object 6
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 7
4 Environmental conditions 9
5 Characteristics 9
5.1 Exchange of information 9
5.2 Reference temperature 10
5.3 Specified characteristics 10
5.4 Declared characteristics 10
5.5 Efficiency characteristics 10
5.6 Traction motor characteristics 10
5.7 Auxiliary motor characteristics 11
6 Marking 11
6.1 Nameplate 11
6.2 Terminal and lead marking 11
7 Test categories 11
7.1 Test categories 11
7.1.1 General 11
7.1.2 Type tests 12
7.1.3 Routine tests 13
7.1.4 Investigation tests 13
7.2 Summary of tests 13
8 Type tests 13
8.1 Temperature-rise tests 13
8.1.1 General 13
8.1.2 Ventilation during rating tests 14
8.1.3 Measurement of temperature 14
8.1.4 Judgement of results 14
8.1.5 Limits of temperature rise 14
8.1.6 Short-time overload test 14
8.2 Characteristic tests and tolerances 15
8.2.1 General 15
8.2.2 Tolerances 16
8.3 Overspeed test 16
8.4 Vibration tests 16
9 Routine tests 17
9.1 General 17
9.2 Short-time heating run 17
9.3 Characteristic tests and tolerances 17
9.3.1 Asynchronous motors 17
9.3.2 Synchronous motors 18
9.4 Overspeed tests 18
9.5 Dielectric tests 18
9.6 Vibration tests (imbalance) 19
Annex A (normative) Measurement of temperature 20

Annex B (normative) Conventional values of traction motor transmission losses 23
Annex C (informative) Noise measurement and limits 24
Annex D (normative) Supply voltages of traction systems 33
Annex E (normative) Agreement between user and manufacturer 34
Bibliography 35

Figure B.1 – Conventional values of traction motor transmission losses 23
Figure C.1 – Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by traction motors 30
Figure C.2 – Location of measuring points and prescribed paths for horizontal machines 31
Figure C.3 – Location of measuring points and prescribed paths for vertical machines 32

Table 1 – Summary of tests 13
Table 2 – Limits of temperature rise for continuous and other ratings 14
Table 3 – Temperature rises for short-time overload ratings 15
Table 4 – Dielectric test voltages 19
Table C.1 – Corrections 26
Table C.2 – Corrections 29
Table C.3 – Correction for pure tones 30

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

Part 2: Electronic converter-fed alternating current 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 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.

International Standard IEC 60349-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This third edition cancels and replaces the second edition published in 2002. It constitutes a technical revision.

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

– As the limits of vibration velocities have been changed in IEC 60034-14, the limits valid for traction motors are now directly stated in this standard.
– In addition to the existing method for measuring and calculating the sound power level, the methods described in ISO 3741, ISO 3743, ISO 3744, ISO 3745, ISO 9614 are also allowed. However the maximum sound power levels and the correction for pure tones remain unchanged in Clauses C.7 and C.8.

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

FDIS	Report on voting
9/1416/FDIS	9/1466/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 list of all parts of IEC 60349 series, published under the general title, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles,* can be found on the IEC website.

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

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

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

Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors

1 Scope and object

This part of IEC 60349 applies to converter-fed alternating current motors forming part of the equipment of electrically propelled rail and road vehicles.

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

Where further testing is to be undertaken in accordance with IEC 61377-1 and IEC 61377-3, it may be preferable, to avoid duplication, that some type and investigation tests be carried out on the combined test bed.

Particular attention is drawn to the need for collaboration between the designers of the motor and its associated converter as detailed in 5.1.

NOTE 1 This part also applies to motors installed on trailers hauled by powered vehicles.

NOTE 2 The basic requirements of this part may be applied to motors for special purpose vehicles such as mine locomotives but this part does not cover flameproof or other special features that may be required.

NOTE 3 It is not intended that this part should apply to motors on small road vehicles, such as battery-fed delivery vehicles, factory trucks, etc. This part also does not apply to minor machines such as windscreen wiper motors, etc. that may be used on all types of vehicles.

NOTE 4 Industrial type motors complying with IEC 60034 may be suitable for some auxiliary drives, providing that it is demonstrated that operation on a converter supply will meet the requirements of the particular application.

The rating of traction motors fed in parallel by a common converter has to take into account the effect on load-sharing of differences of wheel diameter and of motor characteristics as well as weight transfer when operating at high coefficients of adhesion. The user is to be informed of the maximum permissible difference in wheel diameter for the particular application.

The electrical input to motors covered by this part comes from an electronic converter.

NOTE 5 At the time of drafting, only the following combinations of motors and converters had been used for traction applications, but it may also apply to other combinations which may be used in the future:

– asynchronous motors fed by voltage source converters;

– asynchronous motors fed by current source converters;

– synchronous motors fed by current source converters.

The motors covered by this part are classified as follows:

a) Traction motors – Motors for propelling rail or road vehicles.

b) Auxiliary motors not covered by IEC 60034 – Motors for driving compressors, fans, auxiliary generators or other auxiliary machines.

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

IEC 60034-9, *Rotating electrical machines – Part 9 – Noise limits*

IEC 60034-17, *Rotating electrical machines – Part 17: Cage induction motors when fed from convertors – Application guide*

IEC 60050-131, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-411, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 411: Rotating machinery*

IEC 60050-811, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 811: Electric traction*

IEC 60085, *Thermal evaluation and designation*

IEC 61672, *Electroacoustics – Sound level meters*

IEC 62498-1, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 1: Equipment on board rolling stock*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 40
1 Domaine d'application et objet 42
2 Références normatives 43
3 Termes et définitions 43
4 Conditions d'environnement 45
5 Caractéristiques 46
5.1 Echange d'informations 46
5.2 Température de référence 46
5.3 Caractéristiques spécifiées 46
5.4 Caractéristiques de base 46
5.5 Caractéristiques de rendement 47
5.6 Caractéristiques des moteurs de traction 47
5.7 Caractéristiques des moteurs auxiliaires 47
6 Marquage 47
6.1 Plaque signalétique 47
6.2 Marquage des câbles et des bornes 48
7 Catégories d'essai 48
7.1 Catégories d'essai 48
7.1.1 Généralités 48
7.1.2 Essais de type 48
7.1.3 Essais de série 49
7.1.4 Essais d'investigation 49
7.2 Résumé des essais 49
8 Essais de type 50
8.1 Essais d'échauffement 50
8.1.1 Généralités 50
8.1.2 Ventilation pendant les essais au régime assigné 50
8.1.3 Mesure de température 51
8.1.4 Appréciation des résultats 51
8.1.5 Limites d'échauffement 51
8.1.6 Essai de surcharge de courte durée 51
8.2 Relevé des caractéristiques et tolérances 52
8.2.1 Généralités 52
8.2.2 Tolérances 53
8.3 Essai de survitesse 53
8.4 Essais de vibration 53
9 Essais de série 54
9.1 Généralités 54
9.2 Essai de courte durée à chaud 54
9.3 Relevé des caractéristiques et tolérances 54
9.3.1 Moteurs asynchrones 54
9.3.2 Moteurs synchrones 55
9.4 Essais de survitesse 55
9.5 Essais diélectriques 55
9.6 Essais de vibration (balourd) 56
Annexe A (normative) Mesure de température 57

Annexe B (normative) Valeurs conventionnelles des pertes des transmissions des moteurs de traction 60
Annexe C (informative) Mesure du bruit et limites 61
Annexe D (normative) Tension d'alimentation des réseaux de traction 71
Annexe E (normative) Accord entre exploitant et constructeur 72
Bibliographie 73

Figure B.1 – Valeurs conventionnelles des pertes dans les transmissions des moteurs de traction 60
Figure C.1 – Limite de niveau de puissance acoustique moyen de bruit aérien généré par les moteurs de traction 68
Figure C.2 – Situation des points de mesure et contours prescrits pour des machines à axe horizontal 69
Figure C.3 – Situation des points de mesure et contours prescrits pour une machine à axe vertical 70

Tableau 1 – Résumé des essais 50
Tableau 2 – Limites d'échauffement pour les régimes continus assignés ou autres régimes assignés 51
Tableau 3 – Limites d'échauffement pour les régimes de surcharge de courte durée assignés 52
Tableau 4 – Tensions d'essai diélectrique 56
Tableau C.1 – Corrections 63
Tableau C.2 – Corrections 67
Tableau C.3 – Correction pour sons purs 67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

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

Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs électroniques

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 Norme internationale CEI 60349-2 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2002. Elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

– Etant donné que les limites des vitesses de vibration ont été modifiées dans la CEI 60034-14, les limites valables pour les moteurs de traction sont maintenant directement spécifiées dans cette norme.

– En plus de la méthode existante pour mesurer et calculer le niveau de puissance acoustique, les méthodes décrites dans les ISO 3741, ISO 3743, ISO 3744, ISO 3745, ISO 9614 sont également autorisées. Cependant, les niveaux maximaux de puissance acoustique et la correction des sons purs restent inchangés dans les Articles C.7 et C.8.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1416/FDIS	9/1466/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 60349, présentées sous le titre général *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers*, 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 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

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

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

Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs électroniques

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 60349 s'applique aux moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur qui font partie de l'équipement des véhicules ferroviaires et routiers à propulsion électrique.

L'objet de cette partie est de permettre de vérifier, par des essais, les performances d'un moteur, de servir de base à l'estimation de son aptitude à assurer un service donné, et de fournir une base de comparaison avec d'autres moteurs.

Lorsque des essais supplémentaires doivent être réalisés conformément à la CEI 61377-1 et la CEI 61377-3, il peut être préférable de réaliser certains essais de type et d'investigation sur le banc d'essai combiné afin d'éviter des redondances.

L'attention est attirée sur la nécessité de collaboration entre les concepteurs du moteur et du convertisseur qui lui est associé, comme cela est indiqué en détail en 5.1.

NOTE 1 La présente partie s'applique également aux moteurs installés sur les remorques attelées aux véhicules moteurs.

NOTE 2 Les exigences de base de la présente partie peuvent s'appliquer aux moteurs des véhicules à usage spéciaux comme les locomotives de mine, mais cette partie ne couvre pas les dispositifs antidéflagrants ou autres équipements spéciaux qui pourraient être prescrits.

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

NOTE 4 Les moteurs industriels conformes à la CEI 60034 peuvent convenir pour certaines fonctions auxiliaires, pourvu qu'il soit démontré que le fonctionnement en alimentation par convertisseur satisfait aux exigences de l'application considérée.

Le régime assigné de moteurs de traction alimentés en parallèle par un convertisseur commun doit tenir compte des effets de la différence de diamètre des roues et des caractéristiques des moteurs sur la répartition des charges entre elles, ainsi que du transfert de charge lors d'un fonctionnement à fort coefficient d'adhérence. L'exploitant doit être informé de la différence maximale admissible de diamètre des roues pour l'application considérée.

L'alimentation électrique à l'entrée des moteurs concernés par la présente partie provient d'un convertisseur électronique.

NOTE 5 Au moment de la rédaction de la présente partie, seules les combinaisons de moteurs et de convertisseurs dont la liste est donnée ci-dessous ont été utilisées pour des applications de traction, mais il se peut qu'elle s'applique à d'autres combinaisons qui peuvent être utilisées à l'avenir:

– moteurs asynchrones alimentés par des convertisseurs source de tension;

– moteurs asynchrones alimentés par des convertisseurs source de courant;

– moteurs synchrones alimentés par des convertisseurs source de courant.

Les moteurs couverts par la présente partie sont classés comme suit:

a) Moteurs de traction – Moteurs utilisés pour la propulsion des véhicules ferroviaires ou routiers.

b) Moteurs auxiliaires non couverts par la CEI 60034 – Moteurs utilisés pour l'entraînement de compresseurs, ventilateurs, générateurs auxiliaires et autres machines auxiliaires.

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 performances*

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

CEI 60034-9, *Machines électriques tournantes – Partie 9: Limites de bruit*

CEI 60034-17, *Machines électriques tournantes – Partie 17: Moteurs à induction à cage alimentés par convertisseurs – Guide d'application*

CEI 60050-131, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*

CEI 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-411, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 411: Machines tournantes*

CEI 60050-811, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 811: Traction électrique*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

CEI 61672, *Electroacoustique – Sonomètres*

CEI 62498-1, *Applications ferroviaires – Conditions d'environnement pour le matériel – Partie 1: Equipement embarqué du matériel roulant*