

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
349**

Deuxième édition
Second edition
1991-11

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

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

© CEI 1991 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.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
SECTION 1: GÉNÉRALITÉS	
1.1 Domaine d'application et objet	10
1.2 Références normatives	12
1.3 Conditions de service	14
SECTION 2: DÉFINITIONS	
2.1 Généralités	16
2.2 Régime assigné d'une machine	16
2.3 Tension assignée	18
2.4 Vitesse assignée d'une machine	20
2.5 Tension maximale (ou minimale) d'une machine	20
2.6 Courant maximal	22
2.7 Vitesse maximale d'utilisation	22
2.8 Puissances des machines électriques et des moteurs thermiques	22
2.9 Caractéristiques d'une génératrice principale	24
2.10 Taux d'excitation d'un moteur série	24
2.11 Résistance effective d'un moteur série	24
2.12 Taux d'ondulation	24
2.13 Fréquence d'ondulation	24
2.14 Réglage par impulsions	24
SECTION 3: CARACTÉRISTIQUES	
3.1 Généralités	26
3.2 Température de référence	26
3.3 Caractéristiques de rendement	26
3.4 Caractéristiques des moteurs de traction à collecteurs	26
3.5 Caractéristiques des moteurs de traction polyphasés	28
3.6 Caractéristiques des génératrices principales	30
3.7 Caractéristiques des moteurs auxiliaires	30
3.8 Caractéristiques des génératrices auxiliaires	32
3.9 Caractéristiques des groupes moteurs-générateurs auxiliaires et des convertisseurs tournants	32
SECTION 4: MARQUAGE	
4.1 Plaque signalétique	34
4.2 Marquage des câbles et des bornes	34
SECTION 5: CATÉGORIES D'ESSAIS	
5.1 Catégories d'essais	36
5.2 Liste des essais	38

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
SECTION 1: GENERAL	
1.1 Scope and object	11
1.2 Normative references	13
1.3 Service conditions	15
SECTION 2: DEFINITIONS	
2.1 General	17
2.2 Rating of a machine	17
2.3 Rated voltage	19
2.4 Rated speed of a machine	21
2.5 Maximum (or minimum) voltage of a machine	21
2.6 Maximum current	23
2.7 Maximum working speed	23
2.8 Output and input power of electrical machines and heat engines	23
2.9 Main generator characteristics	25
2.10 Effective field ratio of a series motor	25
2.11 Effective resistance of a series motor	25
2.12 Ripple factor	25
2.13 Pulsation frequency	25
2.14 Pulse control	25
SECTION 3: CHARACTERISTICS	
3.1 General	27
3.2 Reference temperature	27
3.3 Efficiency characteristics	27
3.4 Commutator type traction motor characteristics	27
3.5 Polyphase a.c. traction motor characteristics	29
3.6 Main generator characteristics	31
3.7 Auxiliary motor characteristics	31
3.8 Auxiliary generator characteristics	33
3.9 Auxiliary motor-generator set and rotary convertor characteristics	33
SECTION 4: MARKING	
4.1 Nameplate	35
4.2 Terminal and lead markings	35
SECTION 5: TEST CATEGORIES	
5.1 Test categories	37
5.2 Summary of tests	39

Articles

Pages

SECTION 6: ESSAIS DE TYPE

6.1	Essais d'échauffement	40
6.2	Relevé des caractéristiques et tolérances	52
6.3	Essais de commutation	60
6.4	Essais en régime transitoire	64
6.5	Essais de court-circuit des alternateurs principaux et auxiliaires	68
6.6	Essais de démarrage	70
6.7	Essais de survitesse	72

SECTION 7: ESSAIS DE SÉRIE

7.1	Essais de bon fonctionnement de courte durée	74
7.2	Essais de détermination des caractéristiques et tolérances	76
7.3	Essais de commutation	82
7.4	Essais de survitesse	82
7.5	Essais diélectriques	84
7.6	Essais de vibrations	86
7.7	Mesure de la déformation radiale du collecteur	88

Annexes

A	Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement	96
B	Bruit	122
C	Tensions d'alimentation des réseaux de traction	128
D	Accords entre exploitant et constructeur	130

Tableaux

1	Liste des essais (article 5.2)	38
2	Limites d'échauffement pour les régimes assignés continus ou autres (article 6.1)	50
3	Valeurs d'échauffement pour les régimes de surcharge de courte durée (paragraphe 6.1.9)	52
4	Tolérances sur la vitesse des moteurs de traction à collecteur (paragraphe 6.2.2.2)	54
5	Tensions d'essais diélectriques (article 7.5)	86
6	Limites de la déformation radiale du collecteur (article 7.7)	88
B.1	Limites de niveau de bruit aérien moyen généré par les machines électriques tournantes autres que moteurs de traction, pour véhicules ferroviaires et routiers (article B.3)	126

Figures

1	Caractéristiques typiques des moteurs à courant alternatif (article 3.5)	90
2	Définition des régimes d'essais pour moteurs de traction à collecteur (paragraphe 6.2.2.2, 6.3.2, 7.2.2, 7.3.2)	92
3	Définition des régimes d'essais pour génératrices principales (paragraphe 6.2.4, 6.3.3, 7.2.4, 7.3.3)	94

SECTION 6: TYPE TESTS

6.1	Temperature-rise tests	41
6.2	Characteristic tests and tolerances	53
6.3	Commutation tests	61
6.4	Transient tests	65
6.5	Short-circuit tests on main and auxiliary alternators	69
6.6	Starting tests	71
6.7	Overspeed tests	73

SECTION 7: ROUTINE TESTS

7.1	Short-time soundness test	75
7.2	Characteristic tests and tolerances	77
7.3	Commutation tests	83
7.4	Overspeed tests	83
7.5	Dielectric tests	85
7.6	Vibration tests	87
7.7	Commutator radial run-out measurement	89

Annexes

A	Methods of determining losses and efficiency	97
B	Noise	123
C	Supply voltages of traction systems	129
D	Agreement between user and manufacturer	131

Tables

1	Summary of tests (clause 5.2)	39
2	Limits of temperature rise for continuous or other ratings (clause 6.1)	51
3	Temperature rise for short-time overload rating (subclause 6.1.9)	53
4	Tolerances on the speed of commutator type traction motors (subclause 6.2.2.2)	55
5	Dielectric test voltages (clause 7.5)	87
6	Limits of commutator radial run-out (clause 7.7)	89
B.1	Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by rotating electrical machines for rail and road vehicles other than traction motors (clause B.3)	127

Figures

1	Typical a.c. motor characteristics (clause 3.5)	91
2	Commutator type traction motor test points (subclauses 6.2.2.2, 6.3.2, 7.2.2, 7.3.2)	93
3	Main generator test points (subclauses 6.2.4, 6.3.3, 7.2.4, 7.3.3)	95

A.1	Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en parallèle	102
A.2	Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en série	104
A.3	Schéma pour la détermination des pertes et du rendement par la méthode de récupération avec connexion des machines en série avec accouplement mécanique ..	106
A.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	108
A.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	110
A.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	112
A.7	Schéma pour la mesure des pertes alternatives des moteurs à courant ondulé	114
A.8	Facteur correctif pour les pertes supplémentaires en charge des machines à courant continu non compensées (paragraphe A.6.2.1)	120
A.9	Facteur correctif pour pertes Joules en courant ondulé (paragraphe A.6.1)	120
A.10	Valeurs conventionnelles des pertes dans les transmissions des moteurs de traction (paragraphe A.6.1)	120
B.1	Limite de niveau de bruit aérien moyen généré par les moteurs de traction (article B.3)	124

	Page
A.1 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in parallel	103
A.2 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in series	105
A.3 Circuit for determining loss and efficiency by the regenerative method with the machines connected in series and with mechanical drive	107
A.4 Circuit for determining loss and efficiency of single-phase a.c. commutator motors by the regenerative method with the machines connected in series	109
A.5 Circuit for determining loss and efficiency of pulsating current motors by the regenerative method with the machines connected in series	111
A.6 Circuit for determining loss and efficiency of pulsating current motors by the regenerative method with the machines connected in parallel	113
A.7 Circuit for the measurement of the a.c. losses of pulsating current motors	115
A.8 Correction factor for additional load loss of uncompensated d.c. machines (subclause A.6.2.1)	121
A.9 Correction factor for pulsating current I ² R loss (subclause A.6.1)	121
A.10 Conventional values of traction motor transmission losses (subclause A.6.1)	121
B.1 Limiting mean sound power level for airborne noise emitted by traction motors (clause B.3)	125

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

TRACTION ÉLECTRIQUE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES DES VÉHICULES FERROVIAIRES ET ROUTIERS

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes 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.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 9 de la CEI: Matériel de traction électrique, et adoptée par le Comité mixte international du Matériel de Traction électrique (CMT).

Cette norme constitue la deuxième édition de la CEI 349 et remplace la première édition parue en 1971.

A la suite de l'approbation du projet selon la Règle des Six Mois, le Comité d'Etudes n° 9, lors de sa réunion tenue à Istanbul en 1988, a décidé que le développement rapide de la technologie des moteurs alimentés par convertisseur justifiait une révision des articles se référant à ces machines.

Cette révision est terminée et ses recommandations techniques ont été approuvées par le Comité d'Etudes n° 9 lors de sa rencontre de Stockholm de 1991. En cas de vote favorable, une Norme internationale CEI 349-2: Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur - sera publiée.

Les références à ce type de moteurs figurant dans la présente Norme CEI 349, seront retirées et cette Norme renommée CEI 349-1: Traction électrique – Machines tournantes pour véhicules ferroviaires et routiers - Partie 1: Machines autres que les moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
9(BC)281/CMT 166	9(BC)286

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

Les annexes B et C font partie intégrante de cette Norme internationale.

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ELECTRIC TRACTION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR RAIL
AND ROAD VEHICLES

FOREWORD

- 1) 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.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 9: Electric traction equipment, and adopted by the International Mixed Committee on Electric Traction Equipment (CMT).

It constitutes the second edition of IEC 349 and supersedes the first edition issued in 1971.

Subsequent to approval of the draft under the Six Months' Rule, the decision of Technical Committee No. 9 at its meeting held in Istanbul in 1988 was that the rapid development of convertor-fed motor technology justified a review of the clauses referring to such machines

The review has been completed and its technical recommendations approved by Technical Committee No. 9 at the meeting held in Stockholm in 1991. Subject to favourable voting, an International Standard, IEC 349-2: Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 2: Electronic convertor-fed alternating current motors - will be published.

The references to this type of motor, which at present appear in this standard IEC 349, will be deleted and this standard retitled IEC 349-1: Electric traction - Rotating electrical machines for rail and road vehicles - Part 1: Machines other than convertor-fed alternating current motors.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
9(CO)281/CMT 166	9(CO)286

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the Voting Report indicated in the above table.

Annexes B and C form an integral part of this International Standard.

Annexes A and D are for information only.

TRACTION ÉLECTRIQUE

MACHINES ÉLECTRIQUES TOURNANTES DES VÉHICULES FERROVIAIRES ET ROUTIERS

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application et objet

1.1.1 La présente Norme internationale est applicable aux machines électriques tournantes 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.

NOTES

- 1 La présente norme est également applicable aux machines installées sur les remorques attelées auxdits véhicules.
- 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 elle ne couvre pas les dispositifs antidéflagrants ou autres équipement spéciaux qui pourraient être nécessaires.
- 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, tels que les moteurs d'essuie-glaces, qui peuvent être utilisés sur tous types de véhicules.
- 4 Des machines de type industriel conformes à la CEI 34 peuvent convenir pour certaines fonctions auxiliaires.

1.1.2 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).

Tous ces courants peuvent être obtenus et/ou régulés par réglage de phase ou d'impulsions.

1.1.3 Dans la présente norme, les machines électriques concernées sont classées comme suit:

1.1.3.1 Moteurs de traction

Moteurs utilisés pour propulser des véhicules ferroviaires ou routiers.

ELECTRIC TRACTION

ROTATING ELECTRICAL MACHINES FOR RAIL AND ROAD VEHICLES

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope and object

1.1.1 This International Standard is applicable to rotating electrical machines 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.

NOTES

- 1 This standard also applies to machines installed on trailers hauled by electrically propelled vehicles.
- 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.
- 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. It does not apply either to minor machines such as windscreen wiper motors, etc. that may be used on all types of vehicles.
- 4 Industrial type machines complying with IEC 34 may be suitable for certain auxiliary applications.

1.1.2 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).

All the above may be synthesized and/or varied by phase or pulse control.

1.1.3 For the purpose of this standard, the electrical machines concerned are classified as follows:

1.1.3.1 *Traction motors*

Motors for propelling rail or road vehicles.

1.1.3.2 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.

1.1.3.3 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.

1.1.3.4 Moteurs auxiliaires

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

1.1.3.5 Génératrices auxiliaires

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

1.1.3.6 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.

1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 34-2: 1972, Machines électriques tournantes - Deuxième partie: Méthodes pour la détermination des pertes et du rendement des machines électriques tournantes à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de traction).

CEI 34-5: 1991, Machines électriques tournantes - Cinquième partie: Classification des degrés de protection procurés par les enveloppes des machines tournantes.

CEI 34-8: 1972, Machines électriques tournantes - Huitième partie: Marques d'extrémités et sens de rotation des machines tournantes.

CEI 34-14: 1988, Machines électriques tournantes - Quatorzième partie: Vibrations mécaniques de certaines machines de hauteur d'axe supérieure ou égale à 56 mm. Mesurage, évaluation et limites de l'intensité vibratoire.

CEI 50(131): 1978: Vocabulaire électrotechnique international - Chapitre 131: Circuits électriques et magnétiques.

1.1.3.2 *Engine-driven main generators*

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

1.1.3.3 *Main motor-generator sets*

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

1.1.3.4 *Auxiliary motors*

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

1.1.3.5 *Auxiliary generators*

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

1.1.3.6 *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.

1.2 Normative references

The following standards contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. All standards are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the standards indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 34-2: 1972, *Rotating electrical machines - Part 2: Methods for determining losses and efficiency of rotating electrical machinery from tests (excluding machines for traction vehicles)*.

IEC 34-5: 1991, *Rotating electrical machines - Part 5: Classification of degrees of protection provided by enclosures for rotating machines*.

IEC 34-8: 1972, *Rotating electrical machines - Part 8: Terminal markings and direction of rotation of rotating machines*.

IEC 34-14: 1988, *Rotating electrical machines - Part 14: Mechanical vibration of certain machines with shaft heights 56 mm and higher - Measurement, evaluation and limits of the vibration severity*.

IEC 50(131): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 131: Electric and magnetic circuits*.

CEI 50 (151): 1978, *Vocabulaire électrotechnique international - Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques.*

CEI 50 (411): 1973, *Vocabulaire électrotechnique international - Chapitre 411: Machines tournantes.*

CEI 50 (811): 1991, *Vocabulaire électronique international - Chapitre 811: Traction électrique.*

CEI 85: 1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique.*

CEI 411, *Convertisseurs de puissance pour la traction.*

CEI 638: 1979, *Critères d'appréciation et cotation de la commutation des machines tournantes de traction.*

CEI 850: 1988, *Tensions d'alimentation des réseaux de traction.*

ISO/R 1680: 1970, *Code d'essai pour le mesurage du bruit aérien émis par les machines électriques tournantes.*

IEC 50(151): 1978, *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 151: Electrical and magnetic devices.*

IEC 50(411): 1973, *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 411: Rotating machines.*

IEC 50(811): 1991, *International Electrotechnical Vocabulary - Chapter 811: Electric traction.*

IEC 85: 1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation.*

IEC 411, *Power convertors for electric traction.*

IEC 638: 1979, *Criteria for assessing and coding of the commutation of rotating electrical machines for traction.*

IEC 850: 1988, *Supply voltage of traction systems.*

ISO/R 1680: 1970: *Test code for the measurement of airborne noise emitted by rotating electrical machinery.*