

**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**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60349-1:1999

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

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 converter 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*.

Withdrawn

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*.

Withdrawn

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*

3 Définitions

3.1 Généralités

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60349, les définitions suivantes s'appliquent; pour la définition des termes généraux utilisés, il convient de se reporter à la CEI 60050(131), à la CEI 60050(151), à la CEI 60050(411) et à la CEI 60050(811).

3.2

régime assigné d'une machine

ensemble de valeurs simultanées des grandeurs électriques et mécaniques, associées à leur durée et à leur ordre de succession, attribué à la machine par le constructeur

3.2.1

valeur assignée

valeur numérique de toute grandeur mentionnée dans un régime. Pour les machines de traction, le régime peut comprendre certaines grandeurs spéciales telles que le taux d'ondulation du courant d'un moteur à courant ondulé, les conditions d'excitation pour un moteur à vitesse réglable par variation du champ, etc.

3.2.2

régime continu assigné

charge électrique que la machine peut supporter au banc d'essai pendant une durée illimitée dans les conditions énoncées en 8.1 sans dépasser les limites d'échauffement indiquées au tableau 2, toutes les autres prescriptions de la présente norme étant également satisfaites

régimes continus assignés d'une génératrice principale entraînée par un moteur thermique

une génératrice principale entraînée par un moteur thermique a généralement deux régimes assignés continus, désignés et définis comme indiqué ci-après:

a) régime continu assigné «à tension inférieure»

régime continu assigné déterminé par l'échauffement des enroulements parcourus par le courant principal (intensité du courant plus élevée et tension relativement basse)

b) régime continu assigné «à tension supérieure»

régime continu assigné déterminé par l'échauffement des enroulements de champ (tension la plus élevée et intensité du courant relativement faible)

NOTE 1 – Ces deux régimes continus correspondent à des points de la caractéristique régulée à pleine puissance définie en 3.9.2 ou de la caractéristique intrinsèque définie en 3.9.3.

NOTE 2 – Des régimes similaires à ceux définis ci-dessus peuvent, dans les cas appropriés, s'appliquer aux groupes moteurs-générateurs principaux.

3.2.3

régime de courte durée assigné (1 h par exemple)

charge électrique que la machine peut supporter au banc d'essai pendant la durée fixée sans dépasser les limites d'échauffement indiquées au tableau 2, l'essai étant effectué dans les conditions énoncées en 8.1 et commencé avec la machine froide (voir A.1), toutes les autres prescriptions de la présente norme étant également satisfaites

3 Definitions

3.1 General

For the purpose of this part of IEC 60349, the following definitions apply; for the definitions of general terms used, reference should be made to IEC 60050(131), IEC 60050(151), IEC 60050(411) and IEC 60050(811).

3.2

rating of a machine

combination of simultaneous values of electrical and mechanical quantities, with their duration and sequence, assigned to a machine by the manufacturer

3.2.1

rated value

numerical value of any quantity included in a rating. For traction machines, certain special quantities are often included such as current ripple factor for a pulsating current motor, excitation condition for a variable field motor, etc.

3.2.2

continuous rating

electrical load the machine can withstand on the test bed for an unlimited period under the conditions specified in 8.1 without exceeding the limits of temperature rise given in table 2, all other appropriate requirements in this standard also being satisfied

continuous ratings of an engine-driven main generator

an engine-driven main generator normally has two continuous ratings which are defined below:

a) continuous rating "at lower voltage"

continuous rating determined by the temperature rise of the windings through which the load current flows (higher value of load current and lower voltage)

b) continuous rating "at higher voltage"

continuous rating determined by the temperature rise of the field windings (lower value of load current and higher voltage)

NOTE 1 – These two continuous ratings correspond to points on the full power regulated characteristic as defined in 3.9.2 or on the inherent characteristic as defined in 3.9.3.

NOTE 2 – Ratings similar to those specified above may, where appropriate, be applied to a main motor-generator set.

3.2.3

short-time (for example, 1 h) rating

electrical load that a machine can withstand on the test bed for the stated time without exceeding the limits of temperature rise given in table 2, the test being carried out as specified in 8.1 starting with the machine cold (see A.1), all other appropriate requirements in this standard also being satisfied

3.2.4

régime de surcharge de courte durée assigné

charge électrique qu'une machine peut supporter au banc d'essai pendant la durée fixée sans dépasser les limites d'échauffement indiquées au tableau 3, l'essai étant commencé et effectué dans les conditions énoncées à l'annexe A

NOTE – Les régimes de surcharge de courte durée concourent à déterminer l'aptitude des machines à des services qui comprennent des périodes d'utilisation de durées relativement élevées à un régime inférieur au régime continu, suivies d'une période à un régime supérieur. Ces régimes sont le plus souvent susceptibles de se produire dans les applications de locomotives. Ils ne correspondent pas aux cycles répétés comportant de courtes charges qu'on rencontre dans les transports urbains et similaires, et il ne convient pas qu'ils soient spécifiés pour de telles applications.

3.2.5

régime intermittent assigné

régime électrique qu'une machine utilisée suivant un cycle de travail répétitif peut supporter sans que les échauffements ne dépassent, à aucun moment du cycle, les valeurs limites du tableau 2

3.2.6

régime équivalent assigné

régime continu assigné caractérisé par des valeurs constantes de tension, de courant et de vitesse, et considéré, du point de vue de l'échauffement, comme équivalent à une grande série de cycles intermittents que la machine aura à supporter en service. Il convient que ce régime assigné fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et l'exploitant

3.2.7

régime assigné garanti

régime assigné garanti par le constructeur

3.2.7.1

régime assigné garanti d'un moteur de traction

le régime assigné garanti est normalement un régime continu assigné mais, dans certains cas, constructeur et exploitant peuvent convenir qu'il s'agit d'un régime de courte durée assigné ou d'un régime intermittent assigné

3.2.7.2

régimes assignés garantis d'une génératrice principale (entraînée par un moteur thermique)

les régimes assignés garantis d'une génératrice principale sont normalement les deux régimes continus assignés définis en 3.2.2 mais, dans certains cas, constructeur et exploitant peuvent convenir qu'il s'agit de régimes assignés de courte durée ou de régimes intermittents assignés

3.2.7.3

régimes assignés garantis d'un groupe moteur-générateur principal

les régimes assignés garantis sont normalement les régimes continus assignés mais, dans certains cas, constructeur et exploitant peuvent convenir qu'il s'agit de régimes de courte durée assignés ou de régimes intermittents assignés

3.2.7.4

régime assigné garanti d'une machine auxiliaire

sauf spécification contraire, le régime assigné garanti est le régime assigné continu

3.2.4

short-time overload rating

electrical load that a machine can withstand on the test bed for the stated time without exceeding the limits of temperature rise given in table 3 (the test being started and carried out as specified in annex A)

NOTE – Short-time overload ratings are of value in determining the suitability of machines for duties which involve relatively long periods of operation below the continuous rating followed by a period above it. These are most likely to occur in locomotive applications. They are not relevant to the repeated short-load cycles of rapid transit and similar duties and should not be specified for such applications.

3.2.5

intermittent duty rating

electrical loads and conditions at which a machine may be operated on a duty cycle without the temperature rises at any point in the cycle exceeding the limits given in table 2

3.2.6

equivalent rating

continuous rating with constant values of voltage, current and speed that, as far as temperature rise is concerned, is equivalent to a long series of the intermittent duty cycles which the machine has to withstand in service. This rating should be agreed between user and manufacturer

3.2.7

guaranteed rating

rating guaranteed by the manufacturer

3.2.7.1

guaranteed rating of a traction motor

the guaranteed rating is normally a continuous rating, but in special cases the manufacturer and user may agree that it is a short-time or intermittent rating

3.2.7.2

guaranteed ratings of an engine-driven main generator

the guaranteed ratings are normally the two continuous ratings defined in 3.2.2, but in special cases, the manufacturer and user may agree that they are short-time or intermittent ratings

3.2.7.3

guaranteed ratings of a main motor-generator set

the guaranteed ratings are normally the continuous rating, but in special cases, the manufacturer and user may agree that they are short-time or intermittent ratings

3.2.7.4

guaranteed rating of an auxiliary machine

unless otherwise specified, the guaranteed rating is the continuous rating

3.3

tension assignée

tension spécifiée aux bornes de la machine quand celle-ci fonctionne au régime assigné. Dans le cas d'une tension redressée, sa valeur est égale à la valeur moyenne de l'onde périodique. Dans le cas d'une tension alternative, sa valeur est égale à la valeur efficace de la composante fondamentale de l'onde périodique

NOTE – Dans le cas d'une machine équipée d'une résistance de protection connectée en permanence en série, la résistance est considérée comme faisant partie intégrante de la machine.

3.3.1

tension assignée d'un moteur alimenté directement ou indirectement à partir d'une ligne de contact (y compris les moteurs d'entraînement des groupes moteurs-générateurs)

tension la plus élevée qui peut exister aux bornes du moteur (à l'exclusion des surtensions transitoires) quand le moteur absorbe son courant assigné sous la tension nominale de la ligne de contact définie à l'annexe D

Dans certains cas, pour définir complètement la performance d'une machine, il peut être nécessaire de référencer les régimes spécifiés à une tension autre que celle définie ci-dessus (par exemple dans le cas d'un groupe moteur-générateur fournissant une puissance constante dans une plage donnée de tensions d'alimentation)

Dans le cas d'un moteur alimenté indirectement, si la caractéristique de régulation du transformateur ou de tout autre système n'est pas spécifiée, la tension assignée est prise égale à 90 % de la tension à vide du système

3.3.2 **tension assignée d'un moteur alimenté à partir d'une génératrice ou d'une batterie placée sur le véhicule**

3.3.2.1

moteurs de traction

tension assignée correspondant à la tension maximale de la source quand celle-ci alimente le moteur à son courant assigné

3.3.2.2

moteurs auxiliaires

tension assignée correspondant à la tension nominale du réseau auxiliaire d'alimentation (voir note de 3.3.4)

3.3.3

tensions assignées d'une génératrice principale

les deux tensions assignées correspondant aux deux régimes assignés continus définis en 3.2.2

3.3.4

tension assignée d'une génératrice auxiliaire (y compris les génératrices des groupes moteurs-générateurs auxiliaires ou des convertisseurs tournants)

tension correspondant à la tension nominale du réseau d'alimentation auxiliaire

NOTE – Il convient normalement que la tension nominale du réseau d'alimentation auxiliaire soit spécifiée par le constructeur en accord avec l'exploitant afin de prendre en considération certains facteurs (tels que la standardisation avec d'autres véhicules) pouvant influencer ce choix.

3.4

vitesse assignée d'une machine

vitesse correspondant à un régime assigné garanti de la machine

3.3

rated voltage

specified value of the voltage at the terminals of the machine when operating at a rating. If unidirectional, the voltage is the arithmetic mean of the recurring waveform and if alternating it is the root mean square value of the fundamental frequency component of the recurring waveform

NOTE – In the case of a machine with a protective resistor permanently in series, the resistor is considered as an integral part of the machine.

3.3.1

rated voltage of a motor fed directly or indirectly from a contact system (including motors of motor-generator sets)

highest value of voltage (excluding transients) which can appear at the motor terminals when it is drawing its rated current with the contact system at its nominal voltage as defined in annex D

In some cases, it may be necessary to assign ratings at other than the above voltage in order to fully define the performance of a machine, an example being a motor-generator set giving constant power output over a range of input voltages

If, in the case of an indirectly fed motor, the regulation characteristic of the transformer or other device is not specified, the rated voltage is taken as 90 % of the open-circuit value

3.3.2 rated voltage of a motor fed from a generator or battery located on the vehicle

3.3.2.1

traction motors

rated voltage corresponding to the maximum voltage of the source when supplying the motor at its rated current

3.3.2.2

auxiliary motors

rated voltage corresponding to the nominal voltage of the auxiliary supply (see note to 3.3.4)

3.3.3

rated voltages of a main generator

two rated voltages corresponding to the two continuous ratings defined in 3.2.2

3.3.4

rated voltage of an auxiliary generator (including generators of auxiliary motor-generator sets or rotary converters)

voltage corresponding to the nominal voltage of the auxiliary supply

NOTE – The nominal voltage of the auxiliary supply should normally be agreed between the manufacturer and the user, taking into account factors (such as standardization with other vehicles), which may influence the choice.

3.4

rated speed of a machine

speed at a guaranteed rating of the machine

3.4.1

vitesse assignée d'une génératrice principale ou auxiliaire entraînée par un moteur thermique

vitesse de la génératrice correspondant à la vitesse assignée du moteur d'entraînement

3.4.2

vitesse assignée d'une génératrice entraînée par l'essieu

vitesse fixée par accord entre le constructeur et l'exploitant

3.5 tension maximale (ou minimale)

3.5.1

tension maximale (ou minimale) d'une machine

tension maximale (ou minimale) que la machine est appelée à supporter en service, exception faite des tensions transitoires. Sont aussi exclues toutes les réductions de tension résultant des moyens de commande pendant les phases de démarrage et d'accélération

Sauf accord particulier, la tension maximale d'une machine auxiliaire branchée en série avec d'autres machines dont elle est découplée mécaniquement est prise égale à 1,2 fois la tension maximale d'alimentation des machines divisée par le nombre de machines connectées en série

3.5.2

tensions maximales et minimales des machines alimentées directement ou indirectement par la ligne de contact

tensions correspondant normalement aux tensions les plus élevées et les plus basses du réseau de traction (voir annexe D), compte tenu des caractéristiques de régulation des transformateurs ou équipements de commande interposés entre la ligne et la machine

3.6

courant maximal

valeur maximale du courant indiquée sur les courbes caractéristiques fournies par le constructeur

3.7 vitesse maximale d'utilisation

3.7.1

vitesse maximale d'utilisation d'un moteur de traction

la plus grande vitesse de rotation attribuée au moteur de traction par le constructeur

NOTE – Si le moteur est destiné à équiper un véhicule dont les caractéristiques sont spécifiées, il convient que cette vitesse ne soit pas inférieure à celle qui correspond à la vitesse maximale en service du véhicule, en admettant que le diamètre des roues motrices correspond à l'état «usé» dans le cas de roues métalliques ou est égal au diamètre minimal de roulement dans le cas de pneumatiques.

3.7.2

vitesse maximale d'utilisation d'une génératrice principale ou auxiliaire entraînée par un moteur thermique

vitesse de la génératrice correspondant au maximum de la vitesse régulée du moteur thermique pour cette application particulière

NOTE – Celle-ci sera normalement la vitesse maximale régulée à vide. Il convient de ne pas prendre en compte les variations transitoires de vitesse durant les changements de régime.

3.7.3

vitesse maximale d'utilisation d'une génératrice dont la vitesse de rotation est proportionnelle à la vitesse du véhicule

la plus grande vitesse de rotation de la génératrice attribuée par le constructeur. Voir note en 3.7.1

3.4.1**rated speed of an engine-driven main or auxiliary generator**

speed of the generator corresponding to the rated speed of the engine

3.4.2**rated speed of an axle-driven generator**

speed agreed between the manufacturer and the user

3.5 maximum (or minimum) voltage**3.5.1****maximum (or minimum) voltage of a machine**

highest (or lowest) voltage which the machine will be called upon to withstand in service, transient voltages being excluded. Also excluded is any reduction in the minimum voltage by control means during starting or acceleration

Unless otherwise agreed the maximum voltage of an auxiliary machine connected in series with other machines without mechanical coupling is taken as 1.2 times the highest voltage of the supply to the machines divided by the number in series

3.5.2**maximum and minimum voltage of a machine supplied directly or indirectly from a contact system**

voltages normally corresponding to the highest and lowest voltages of the traction system (see annex D), account being taken of the regulation of any transformer or control equipment interposed between the line and the machine

3.6**maximum current**

maximum value of current shown on the characteristic curve supplied by the manufacturer

3.7 maximum working speed**3.7.1****maximum working speed of a traction motor**

highest rotational speed assigned to the traction motor by the manufacturer

NOTE – When the characteristics of the vehicle for which the motor is intended are specified, this speed should be not less than that corresponding to the maximum service speed of the vehicle, assuming fully worn metal wheels or the minimum rolling diameter of rubber types.

3.7.2**maximum working speed of an engine-driven main or auxiliary generator**

generator speed corresponding to the maximum governed speed of the engine for the particular application

NOTE – This will normally be the maximum governed speed on "no-load". Transient speed variations during load changes should be disregarded.

3.7.3**maximum working speed of a generator with a rotational speed proportional to the speed of the vehicle**

highest rotational speed assigned to the generator by the manufacturer. See note in 3.7.1

3.7.4

vitesse maximale d'utilisation d'un groupe moteur-générateur principal ou auxiliaire, d'un convertisseur tournant auxiliaire ou d'un moteur auxiliaire

la plus grande vitesse de rotation attribuée à la machine par le constructeur

NOTE – Pour des applications spécifiques, il convient de tenir compte, pour fixer la vitesse maximale, des conditions les plus défavorables de tension, excitation, fréquence, charge, etc. qui peuvent exister en service.

3.8 puissance utile et puissance d'entraînement des machines électriques et des moteurs thermiques

3.8.1

puissance utile d'un moteur

puissance mécanique disponible à l'arbre du moteur, exprimée en kilowatts (kW)

3.8.2

puissance maximale utile en service d'un moteur thermique

puissance utile maximale attribuée à un moteur thermique pour une application particulière

3.8.3

puissance d'entraînement disponible fournie à une génératrice principale

puissance mécanique transformée en puissance électrique pour alimenter des moteurs de traction et d'autres charges qui lui sont connectées, par exemple le chauffage du train. Elle sert à définir les régimes assignés et les caractéristiques de cette génératrice

La puissance d'entraînement disponible maximale d'une génératrice principale est la puissance maximale utile en service du moteur thermique, diminuée de la puissance nécessaire pour entraîner directement ou indirectement ses organes de refroidissement et les divers auxiliaires du véhicule supposés fonctionner à leur puissance minimale dans les conditions spécifiées

NOTE – La puissance d'entraînement disponible n'est pas nécessairement absorbée par la génératrice principale dans toute sa plage d'utilisation.

3.9 caractéristiques d'une génératrice principale

3.9.1

caractéristique régulée

caractéristique obtenue lorsque la puissance délivrée par la génératrice principale est régulée pour absorber la puissance d'entraînement disponible, le produit de la tension et du courant restant alors sensiblement constant à l'intérieur du domaine de régulation

3.9.2

caractéristique régulée à pleine puissance

caractéristique régulée correspondant à la puissance d'entraînement maximale disponible

3.9.3

caractéristique intrinsèque

caractéristique d'une génératrice fonctionnant sans équipement de régulation pour adapter sa puissance d'entraînement à la puissance utile disponible du moteur thermique

3.10

taux d'excitation d'un moteur série

rapport des ampères-tours d'excitation réels à la valeur maximale possible avec le même courant d'induit

NOTE 1 – Un moteur série est dit:

- à plein champ lorsque le courant traversant les enroulements inducteurs est égal au courant dans l'induit;
- à champ maximal lorsque le moteur fonctionne avec le champ le plus élevé utilisable en service;
- à champ réduit lorsque le moteur fonctionne avec un champ plus faible que le champ maximal;
- à champ minimal lorsque le moteur fonctionne avec le champ le plus faible utilisable en service.

NOTE 2 – Dans le cas de moteurs sans shuntage permanent des inducteurs, le champ maximal est équivalent au plein champ.

3.7.4**maximum working speed of a main or auxiliary motor-generator set, an auxiliary convertor or an auxiliary motor**

highest rotational speed assigned to the machine by the manufacturer

NOTE – For specific applications account should be taken, when assigning this maximum speed, of the most unfavourable conditions of voltage, excitation, frequency, loading, etc., that can occur in service.

3.8 output and input power of electrical machines and heat engines**3.8.1****output power of a motor**

mechanical output power available at the motor shaft, expressed in kilowatts (kW)

3.8.2**maximum service output power of a heat engine**

maximum output power assigned to a heat engine for a particular application

3.8.3**available input power to a main generator**

input power converted to electricity to supply the traction motors and other loads, such as train heating, connected to it. It is used to derive the ratings and characteristics of the generator

The maximum available input power to a main generator is the maximum service output power of the heat engine, less the power it provides to drive, either directly or indirectly, the engine cooling equipment and vehicle auxiliaries, assuming these are operating at their minimum input power for the given condition

NOTE – The available input power is not necessarily absorbed by the main generator over its whole working current range.

3.9 main generator characteristics**3.9.1****regulated characteristic**

characteristic obtained if the power demand of a main generator is regulated to absorb the available input power, the product of current and voltage remaining substantially constant between the limits of regulation

3.9.2**full power regulated characteristic**

regulated characteristic corresponding to the maximum available input power

3.9.3**inherent characteristic**

characteristic of a generator designed to operate without load regulating equipment to match its power demand to the available engine output power

3.10**effective field ratio of a series motor**

ratio of the actual field ampere-turns to the maximum obtainable at the same armature current

NOTE 1 – A series motor is said to be

- in full field when the field current is equal to the armature current;
- in maximum field when the effective field ratio is the maximum used in service;
- in weak field when the effective field ratio is below the maximum;
- in minimum field when the effective field ratio is the minimum used in service.

NOTE 2 – For motors without permanent shunts across the field windings, full field and maximum field are the same.

3.11

résistance effective d'un moteur série

valeur de résistance qui, multipliée par le courant absorbé, donne la chute de tension totale résistive dans les enroulements de la machine, c'est-à-dire prend en compte la présence des circuits de dérivation du courant par rapport aux enroulements d'excitation

3.12

taux d'ondulation

le taux d'ondulation d'un courant unidirectionnel exprimé en pourcentage est défini par la formule suivante:

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100$$

dans laquelle $I_{\max}$ et $I_{\min}$ représentent respectivement la valeur maximale et la valeur minimale de l'onde de courant

NOTE – Cette définition est conforme à la CEI 60411-2.

3.13

fréquence d'ondulation

fréquence de la composante alternative fondamentale du courant ondulé ou de la tension ondulée

3.14

réglage par impulsions

réglage de la puissance d'une machine obtenu en faisant varier les instants d'amorçage et les instants d'extinction d'impulsions répétitives de la tension ou du courant d'alimentation. Les dispositifs de réglage par impulsion comprennent les hacheurs, les onduleurs, les redresseurs à réglage électronique, etc.

4 Conditions d'environnement

En l'absence de spécification particulière de l'exploitant, on admettra que les conditions d'environnement sont les suivantes.

a) Altitude

L'altitude au-dessus du niveau de la mer ne dépasse pas 1 200 m.

b) Température

La température à l'ombre ne dépasse pas 40 °C.

Si les machines sont appelées à fonctionner dans des régions où l'une de ces limites (ou les deux) sont dépassées, des dispositions spéciales peuvent être adoptées après accord entre exploitant et constructeur.

Le constructeur doit être informé par l'exploitant de toute condition particulièrement sévère (poussière, humidité, température, neige, effets dynamiques, etc.) dans laquelle les machines sont destinées à fonctionner.

5 Caractéristiques

5.1 Généralités

Les spécifications des machines doivent, en règle générale, comporter des courbes caractéristiques conformes aux paragraphes suivants. Ces courbes, définies comme étant les «caractéristiques spécifiées», doivent être tracées jusqu'aux limites d'utilisation de chaque variable.

3.11**effective resistance of a series motor**

resistance value which, when multiplied by the load current, gives the total resistive voltage drop in the machine windings, i.e. it takes account of any shunt across the field windings

3.12**ripple factor**

ripple factor of a continuous pulsating current is defined as:

$$\frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100$$

expressed as a percentage in which $I_{\max}$ and $I_{\min}$ are respectively the maximum and the minimum values of the current waveform

NOTE – This is in accordance with IEC 60411-2.

3.13**pulsating frequency**

frequency of the fundamental alternating component of a pulsating current or voltage

3.14**pulse control**

control of the power supply to a machine by varying the starting and terminating points of repeated pulses of voltage or current. Pulse control devices include, but are not limited to, choppers, inverters and electronically controlled rectifiers

4 Environmental conditions

Unless otherwise specified by the user, the following environmental conditions are assumed:

a) Altitude

Height above sea level not exceeding 1 200 m.

b) Temperature

Temperature in the shade not exceeding 40 °C.

Whenever the machines are intended to operate where one or both of these limits will be exceeded, special requirements may be agreed between user and manufacturer.

The manufacturer shall be informed by the user of any particularly arduous conditions such as dust, humidity, temperature, snow, dynamic effects, etc. under which the machines are intended to work.

5 Characteristics**5.1 General**

Machine specifications shall, as a general rule, include characteristic curves in accordance with the following subclauses. These curves, defined as the "specified characteristics", shall be plotted up to the designed operating limits of each variable.

A la suite des essais des premières machines d'une série, des «caractéristiques de base» doivent être établies à partir des résultats d'essais conformément à 8.2.

Sauf accord particulier, les caractéristiques de base de toute machine identique, sur le plan électromagnétique, à celles déjà construites pour le même exploitant ou la même application doivent être celles des machines existantes. Dans ce cas, le contrôle de conformité avec les caractéristiques doit se limiter aux seuls essais de série.

5.2 Température de référence

Toutes les caractéristiques, indépendamment de la classe d'isolation utilisée sur la machine à laquelle elles s'appliquent, doivent être tracées pour une température de référence de 150 °C, qui doit être notée sur les caractéristiques.

5.3 Caractéristiques de rendement

Les caractéristiques de rendement doivent prendre en compte les pertes dans les résistances externes normalement connectées dans le circuit principal ou le circuit d'excitation. La puissance nécessaire pour l'excitation séparée doit être incluse dans les pertes, sauf s'il en est tenu compte par ailleurs (par exemple comme consommation auxiliaire), auquel cas cette particularité doit être précisée.

5.4 Caractéristiques des moteurs de traction à collecteurs

Les courbes caractéristiques doivent normalement représenter la vitesse de rotation, le couple et le rendement en fonction du courant. En variante, les courbes peuvent représenter la vitesse du véhicule et l'effort de traction à la jante en fonction du courant. Dans ce cas, le rapport de réduction, le diamètre des roues et les pertes de transmission doivent être précisés. Si des valeurs conventionnelles sont employées pour ces pertes, ces valeurs doivent être conformes à la figure B.10.

Ces courbes doivent être tracées pour chaque état d'excitation de l'application, sauf lorsqu'un système de réglage continu de l'excitation est employé, auquel cas seules les courbes caractéristiques correspondant aux niveaux maximal et minimal doivent être tracées. La résistance effective de la machine pour chaque taux d'excitation doit être précisée.

Les courbes caractéristiques des moteurs de traction alimentés directement ou indirectement à partir d'une ligne de contact, ou à partir d'une batterie placée sur le véhicule, doivent être tracées à la tension assignée, à l'exception des cas où le circuit comprend un équipement (tel que transformateur ou inductance) qui introduit aux bornes du moteur une chute de tension dépendant du courant. Pour ces exceptions, les courbes doivent être tracées pour la tension aux bornes du moteur correspondant à la tension nominale du réseau d'alimentation, et la courbe donnant la relation entre la tension du moteur et le courant doit figurer parmi les caractéristiques. Si ces informations ne sont pas disponibles, les caractéristiques peuvent être tracées pour la tension assignée.

Les courbes caractéristiques des moteurs de traction exploités sur des véhicules thermo-électriques doivent normalement être tracées pour une tension correspondant à la tension la plus basse de la génératrice à son régime continu assigné, mais ces caractéristiques peuvent, après accord, être tracées pour d'autres tensions.

Les courbes caractéristiques des moteurs à courant alternatif à collecteur doivent être tracées pour la fréquence assignée et doivent représenter les variations du facteur de puissance en fonction du courant.

Si les moteurs sont exploités en freinage rhéostatique ou en freinage par récupération, les caractéristiques doivent représenter le fonctionnement correspondant à ce mode de freinage. Sauf accord particulier, les caractéristiques en freinage par récupération doivent être tracées pour une tension du moteur correspondant à 1,1 fois la tension nominale du réseau d'alimentation.

When the first few machines of a type have been tested, "declared characteristics" shall be produced from the results in accordance with 8.2.

Unless otherwise agreed, the declared characteristics of machines electromagnetically identical with any previously manufactured for the same user or application shall be those of the existing machines, in which case compliance with the characteristics shall be demonstrated by routine tests only.

5.2 Reference temperature

All characteristics, irrespective of the class of insulation used on the machine to which they apply, shall be drawn for a winding reference temperature of 150 °C which shall be stated on the characteristics.

5.3 Efficiency characteristics

Efficiency characteristics shall take account of losses in external resistances normally included in either the main or excitation circuits. Any power used in providing separate excitation shall be included in the losses unless otherwise accounted for (e.g. as an auxiliary load), in which case the omission shall be stated.

5.4 Commutator type traction motor characteristics

The characteristic curves shall normally show motor speed, torque and efficiency as a function of current. Alternatively the curves may show vehicle speed and tractive effort at the rail as a function of current, in which case the gear ratio, wheel diameter and transmission losses shall be stated. If conventional values are used for the latter, they shall be in accordance with figure B.10.

Curves shall be drawn for each excitation condition employed on the application except that where continuously variable field control is employed, only the maximum and minimum curves need be drawn. The effective machine resistance for each effective field ratio shall be stated.

The characteristic curves of traction motors supplied directly or indirectly from a contact system, or from a battery located on the vehicle, shall be drawn at the rated voltage, except when the circuit includes equipment (such as a transformer or inductor) which introduces a current-dependent voltage drop at the motor terminals. For these exceptions, the curves shall be drawn for a motor voltage corresponding to the nominal supply voltage and a motor voltage current curve shall be included in the characteristics. If this information is not available, the curves may be drawn for the rated voltage.

The characteristic curves of traction motors used on thermo-electric vehicles shall normally be drawn for a voltage corresponding to the lower voltage of the generator at its continuous rating, but they may, by agreement, be drawn for other voltages.

The characteristic curves of a.c. commutator motors shall be plotted for the rated frequency and shall show the power factor as a function of current.

In the case of motors used for rheostatic or regenerative braking, the characteristics shall show the performance in this mode. Unless otherwise agreed, regenerative braking characteristics shall be drawn for a motor voltage corresponding to 1,1 times the nominal system voltage.

Les caractéristiques déclarées de freinage peuvent être obtenues soit par calculs déduits des essais en moteur, soit directement par des essais en freinage.

5.5 Caractéristiques des génératrices principales

Les courbes caractéristiques doivent représenter la tension en fonction du courant de charge. Dans le cas d'alternateurs destinés à fonctionner avec un redresseur, les caractéristiques doivent aussi représenter les grandeurs de sortie du redresseur. Un alternateur sans balai et son excitatrice doivent être considérés comme une machine unique.

Les courbes caractéristiques doivent être tracées pour la puissance d'entrée disponible pour la traction aux vitesses maximale et minimale du moteur thermique et, si le moteur thermique a un nombre prédéterminé de crans intermédiaires, des courbes complémentaires doivent être tracées pour un nombre suffisant de ces vitesses afin de représenter correctement les performances de la génératrice.

Chaque courbe doit être identifiée par les conditions d'excitation, la puissance absorbée, la vitesse de rotation de la génératrice et, le cas échéant, le numéro du cran de fonctionnement. De plus, le rendement sur la caractéristique de fonctionnement à pleine puissance doit être indiqué pour au moins deux régimes assignés continus.

NOTE – En ce qui concerne l'intégration de la puissance d'excitation dans les pertes pour la détermination du rendement, voir 5.3.

Des caractéristiques similaires doivent être établies pour les génératrices des groupes moteurs-générateurs principaux, après prise en compte des caractéristiques du moteur d'entraînement et de l'équipement de régulation.

5.6 Caractéristiques des moteurs auxiliaires

Les courbes caractéristiques de vitesse, couple (ou puissance utile), rendement et, dans le cas d'un moteur à courant alternatif, de facteur de puissance doivent être tracées en fonction de l'intensité du moteur pour la fréquence et la tension assignées.

En variante, après accord entre constructeur et exploitant, les caractéristiques peuvent être tracées en fonction de la vitesse ou de la puissance utile.

Les courbes doivent être tracées pour toutes les conditions d'excitation existant en service.

5.7 Caractéristiques des génératrices auxiliaires

Les courbes caractéristiques de tension de sortie, de puissance et de rendement doivent être tracées en fonction de l'intensité débitée à la vitesse assignée ou, dans le cas de machines à vitesse variable, aux vitesses maximales et minimales en service. La fréquence des sorties à courant alternatif doit être précisée.

Les caractéristiques des génératrices associées à un régulateur de tension doivent être tracées à la tension assignée et le domaine de variation du courant d'excitation doit être précisé.

Un alternateur sans balai et son excitatrice doivent être considérés comme une machine unique.

5.8 Caractéristiques des groupes moteurs-générateurs auxiliaires et des convertisseurs tournants

Les courbes caractéristiques de tension de sortie, puissance de sortie, vitesse de rotation et intensité absorbée doivent être tracées en fonction du courant de sortie, la machine étant alimentée à la tension minimale, assignée et maximale. Le rendement global pour le régime assigné continu doit être précisé. Les caractéristiques des machines à courant alternatif doivent inclure les courbes de facteur de puissance.

The declared braking characteristics may be derived either by calculation from the results of motoring tests or directly from tests in the braking mode.

5.5 Main generator characteristics

The characteristic curves shall show voltage as a function of load current. In the case of an a.c. generator intended to operate with a rectifier, the characteristics shall also show the output of the rectifier. A brushless alternator and its exciter shall be regarded as a single machine.

Characteristic curves shall be drawn corresponding to the generator input power available for traction at maximum and minimum engine speeds, and if the engine has a number of predetermined intermediate speed notches, additional curves shall be drawn for a sufficient number of these speeds to adequately show the performance of the generator.

Each curve shall be identified with its excitation condition, input power, generator speed and, if applicable, notch number. In addition, the efficiency on the full power characteristic shall be shown for at least two continuous ratings.

NOTE – See 5.3 concerning the inclusion of excitation power in the losses when determining the efficiency.

Similar characteristics shall be drawn for the generators of main motor-generator sets, due account being taken of the characteristics of the driving motor and regulating equipment.

5.6 Auxiliary motor characteristics

Characteristic curves of speed, torque (or output power), efficiency and, in the case of a.c. machines, power factor shall be plotted as a function of motor current at the rated voltage and frequency.

Alternatively, and through agreement between the manufacturer and user, the characteristics may be plotted as a function of speed or output power.

Curves shall be drawn for each excitation condition employed in the application.

5.7 Auxiliary generator characteristics

The characteristic curves of output voltage, power and efficiency shall be plotted as a function of output current at the rated speed and, for variable speed machines, at the minimum and maximum speeds for the application. The frequency of a.c. outputs shall be stated.

In the case of generators operating with a voltage regulator the characteristics shall be plotted at the nominal voltage and the range of excitation current stated.

A brushless alternator and its exciter shall be regarded as a single machine.

5.8 Auxiliary motor-generator set and rotary convertor characteristics

The characteristic curves of output voltage, output power, machine speed, and input current shall be plotted as a function of output current with the machine supplied at minimum, rated and maximum voltage. The overall efficiency at the continuous rating shall be stated. The characteristics of a.c. machines shall show the power factor.

Les caractéristiques des machines associées à un régulateur de tension ou de fréquence doivent être tracées pour les valeurs assignées de tension et de fréquence. L'étendue du domaine de variation du courant d'excitation doit être précisée.

Si la machine entraîne une charge externe, par exemple un ventilateur, la puissance absorbée par cette charge externe doit être tracée ou précisée et on doit substituer à la détermination du rendement global celle de la puissance totale absorbée par la machine au régime assigné continu.

6 Marquage

6.1 Plaque signalétique

Toutes les machines couvertes par la présente norme doivent être munies d'une plaque signalétique visible lorsque la machine est sur le sol de l'atelier. Cette plaque doit comporter au minimum les informations suivantes:

- a) nom du constructeur;
- b) désignation du type;
- c) numéro de fabrication;
- d) année de fabrication.

Le numéro de série de la machine et la flèche de rotation, si elle est présente, doivent aussi être facilement lisibles lorsque la machine est installée dans le véhicule.

Un numéro de série ou un numéro d'identification unique doit être poinçonné à la fois sur le rotor et le stator de chaque machine.

6.2 Marquage des câbles et des bornes

Le marquage des câbles et des bornes doit être effectué conformément à la CEI 60034-8, sauf accord contraire.

7 Catégories et liste des essais

7.1 Catégories d'essais

7.1.1 Généralités

Il existe trois catégories d'essais:

- les essais de type;
- les essais de série;
- les essais d'investigation.

7.1.2 Essais de type

Les essais de type ont pour but de déterminer les régimes, les caractéristiques et les performances de nouveaux types de machines. Lorsque le lieu et/ou la méthode de fabrication sont changés, l'exploitant et le constructeur doivent conclure un accord sur les essais de type à refaire. En complément, les essais nécessaires pour établir les caractéristiques de base doivent être effectués sur d'autres machines conformément à 8.2.

Sauf accord particulier, la machine subissant les essais complets doit être l'une des dix premières de la série construite.

In the case of machines operating with a voltage or frequency regulator, the characteristics shall be drawn with the voltage or frequency at its nominal value. The range of excitation current shall be stated.

If the machine drives an external load, such as a blower, the power absorbed by this external load shall be shown or stated and the statement of overall efficiency shall be replaced by one of the total input power to the machine at the continuous rating.

6 Marking

6.1 Nameplate

All the machines covered by this standard shall carry a nameplate visible when the machine is on the workshop floor. It shall include at least the following information:

- a) manufacturer's name;
- b) machine type designation;
- c) machine serial number;
- d) year of manufacture.

The machine serial number and, if applicable, rotation arrow, shall also be easily read when the machine is installed in the vehicle.

A serial number, or unique identification number, shall be punched on both the rotor and the stator of each machine.

6.2 Terminal and lead markings

Terminal and lead markings shall be in accordance with IEC 60034-8, unless otherwise agreed.

7 Test categories and summary of tests

7.1 Test categories

7.1.1 General

There are three categories of tests:

- type tests;
- routine tests;
- investigation tests.

7.1.2 Type tests

Type tests are intended to establish the ratings, characteristics and performance of new types of machine. Where there is a change in place and/or method of manufacture, the user and manufacturer shall agree upon type tests to be repeated. In addition, tests to establish the declared characteristics shall be carried out on further machines in accordance with 8.2.

Unless otherwise agreed, the fully tested machine shall be one of the first ten manufactured.

Une machine peut être dispensée des essais de type si le constructeur présente un procès-verbal, acceptable pour l'exploitant, d'essais de type déjà effectués sur une machine de même modèle électromagnétique, conçue pour les mêmes conditions d'environnement et les mêmes régimes.

Avant que les essais commencent, le constructeur doit fournir à l'exploitant une spécification d'essais esquissant les essais à entreprendre pour démontrer la conformité de la machine à la présente norme. A la suite de l'achèvement des essais de type, le constructeur doit fournir à l'exploitant un rapport d'essais complet tel qu'il est défini dans le Guide 2 de l'ISO/CEI.

Après accord entre le constructeur et l'exploitant, un nombre supplémentaire de machines peut être soumis à des essais de type complets ou partiels au cours de la série.

Les machines soumises aux essais de type doivent aussi subir les essais de série.

7.1.3 Essais de série

Les essais de série ont pour but de démontrer le bon fonctionnement des machines sur les plans électrique et mécanique, ainsi que leur conformité aux caractéristiques de la machine qui a subi les essais de type.

Les essais de série spécifiés à l'article 9 doivent être effectués sur toutes les machines, mais des essais différents peuvent être convenus par accord entre le constructeur et l'exploitant. Il peut également être convenu que seule une partie des machines construites dans la même série et choisies au hasard doit subir les essais de série à condition que les essais de survitesse et les essais diélectriques suivant 9.4 et 9.5 soient effectués sur toutes les machines.

7.1.4 Essais d'investigation

Les essais d'investigation sont des essais spéciaux à caractère facultatif qui sont effectués en vue d'obtenir des informations complémentaires. Ils ne doivent être réalisés que s'il y a eu accord entre le constructeur et l'exploitant avant la commande. Les résultats de ces essais ne doivent pas être opposables à l'acceptation du matériel, à moins qu'un accord sur ce point n'ait été conclu avant la commande.

7.2 Liste des essais

Le tableau 1 donne la liste des essais prescrits pour la conformité à la présente norme.

A machine may be exempted from type tests if the manufacturer produces a record, acceptable to the user, of type tests already carried out on a machine of the same electromagnetic design for the same environmental conditions and at the same ratings.

Before testing commences the manufacturer shall provide the user with a test specification outlining the tests to be undertaken to demonstrate compliance with this standard. Following completion of the type tests the manufacturer shall supply the user with a full type test report as defined in ISO/IEC Guide 2.

By agreement between manufacturer and user, more machines may be fully or partially type tested at intervals.

Type tested machines shall also be routine tested.

7.1.3 Routine tests

Routine tests are intended to demonstrate that each machine is sound both electrically and mechanically, and that it is essentially identical with the machine which has been type tested.

Routine tests as specified in clause 9 shall normally be carried out on all machines but alternative tests may be agreed between user and manufacturer. It may also be agreed that only a proportion of machines chosen at random from those built on the order shall be fully routine tested, subject to overspeed and dielectric tests in accordance with 9.4 and 9.5 being carried out on all machines.

7.1.4 Investigation tests

Investigation tests are optional special tests performed to obtain additional information. They shall be carried out only if agreement between user and manufacturer has been reached before placing the order. The results of these tests shall not influence the acceptance of a machine unless agreement to the contrary has been similarly reached.

7.2 Summary of tests

Table 1 lists the tests required for compliance with this standard.

Tableau 1 – Liste des essais

Catégorie de machine (paragraphe 1.3)	Essai	Echau- fement	Bon fonc- tion- nement	Caracté- ristiques		Commuta- tion		Transi- toire	Démâr- rage	Bruit	Survitesse		Diélec- triques	Vibrations		Faux rond du collecteur		
				Type	Série	Type	Série				Type	Série		Type	Série		Non compensées	Série
Article ou paragraphe																		
Moteurs de traction (paragraphe 1.3.1)	Collecteur	8.1	9.1	8.2.2	9.2.2	8.3.2	9.3.2	8.4.2*	8.6.2*	Annexe C	NA	9.4.2	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Rotor bobiné	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	NA	NA	NA	NA	Annexe C	NA	9.4.2	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Rotor à cage	8.1	NA	8.2.3	9.2.3	NA	NA	NA	NA	Annexe C	8.7	NA	9.5	8.8	9.6	9.7		
Génératrices principales (paragraphe 1.3.2)	Courant continu	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	8.3.3	9.3.3	NA	NA	Annexe C	NA	9.4.3	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Courant alternatif	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3/4	NA	NA	8.5	NA	Annexe C	NA	9.4.3	9.5	8.8	9.6	NA		
Groupes moteurs- générateurs principaux (paragraphe 1.3.3)	Moteur	8.1	9.1	8.2.2	9.2.2	8.3.2*	9.3.2*	8.4.2*	8.6.3	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		
	Génératrice	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	8.3.3*	9.3.3*	8.5	NA	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		
Moteurs auxiliaires (paragraphe 1.3.4)	Collecteur	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	8.3.4	9.3.4	8.4.3/4*	8.6.4	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Rotor bobiné	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	NA	NA	NA	8.6.4	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	NA		
	Rotor à cage	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	NA	NA	NA	8.6.4	Annexe C	8.7	NA	9.5	8.8	9.6	NA		
Génératrices auxiliaires (paragraphe 1.3.5)	Courant continu	8.1	9.1	8.2.5	9.2.6	8.3.4	9.3.4	NA	NA	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Courant alternatif	8.1	9.1	8.2.5	9.2.6	NA	NA	8.5	NA	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	NA		
Groupes moteurs- générateurs auxiliaires (paragraphe 1.3.6)	Moteur	8.1	9.1	8.2.6	9.2.7	8.3.4*	9.3.4*	8.4.3/4	8.6.4	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		
	Génératrice	8.1	9.1	8.2.6	9.2.7	8.3.4*	9.3.4*	8.5	NA	Annexe C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		

NA = Non applicable.

Non applicable à toutes les machines de cette catégorie; se référer à l'article correspondant.

Toutes les machines, y compris celles ayant subi les essais de type, doivent subir les essais de série.

NA = Non applicable.

Non applicable à toutes les machines de cette catégorie; se référer à l'article correspondant.

Toutes les machines, y compris celles ayant subi les essais de type, doivent subir les essais de série.

Table 1 – Summary of tests

Class of machine (subclause 1.3)	Test category (subclause 5.1)	Temperature rise	Soundness	Characteristics		Commutation		Transient	Starting	Noise	Overspeed		Dielectric	Vibration		Commutator run-out		
				Routine	Type	Routine	Type				Type	Routine		Type	Routine		Type	
Clause or subclause																		
Traction motors (subclause 1.3.1)	Commutator	8.1	9.1	8.2.2	9.2.2	8.3.2	9.3.2	8.4.2*	8.6.2*	Annex C	NA	9.4.2	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Wound rotor	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	8.3.2	9.3.2	NA	NA	NA	NA	9.4.2	9.5	8.8	9.6	9.7		
	Cage rotor	8.1	NA	8.2.3	9.2.3	8.3.2	9.3.2	NA	NA	8.7	NA	NA	9.5	8.8	9.6	9.7		
	DC	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	8.3.3	9.3.3	NA	NA	Annex C	NA	9.4.3	9.5	8.8	9.6	9.7		
	AC	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3/4	8.3.3	9.3.3	8.5	NA	Annex C	NA	9.4.3	9.5	8.8	9.6	NA		
	Main motor-generator sets (subclause 1.3.3)	Motor	8.1	9.1	8.2.2	9.2.2	8.3.2*	9.3.2*	8.4.2*	8.6.3	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*	
		Generator	8.1	9.1	8.2.3	9.2.3	8.3.3*	9.3.3*	8.5	NA	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*	
	Auxiliary motors (subclause 1.3.4)	Commutator	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	8.3.4	9.3.4	8.4.3/4*	8.6.4	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7	
		Wound rotor	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	8.3.4	9.3.4	NA	8.6.4	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	NA	
		Cage rotor	8.1	9.1	8.2.4	9.2.5	8.3.4	9.3.4	NA	8.6.4	Annex C	8.7	NA	9.5	8.8	9.6	NA	
DC		8.1	9.1	8.2.5	9.2.6	8.3.4	9.3.4	NA	NA	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7		
Auxiliary generators (subclause 1.3.5)	AC	8.1	9.1	8.2.5	9.2.6	8.3.4	9.3.4	8.5	NA	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	NA		
	Motor	8.1	9.1	8.2.6	9.2.7	8.3.4*	9.3.4*	8.4.3/4	8.6.4	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		
Auxiliary motor-generator sets Rotary converters (subclause 1.3.6)	Generator	8.1	9.1	8.2.6	9.2.7	8.3.4*	9.3.4*	8.5	NA	Annex C	NA	9.4.5	9.5	8.8	9.6	9.7*		
	NA= Not applicable.																	
*Not applicable to all machines in the class; refer to relevant clause.																		
All machines, including those type tested, are to be routine tested.																		

8 Essais de type

8.1 Essais d'échauffement

8.1.1 Généralités

Les essais doivent être effectués aux régimes assignés garantis sauf pour les alternateurs principaux pour lesquels, après accord entre le constructeur et l'exploitant, les essais peuvent être effectués comme suit:

- a) essai en court-circuit à la fréquence assignée, le courant d'excitation étant réglé pour que le courant de sortie provoque un échauffement des bobinages statoriques identique à celui qui existerait pour un essai en charge au régime assigné continu et à la tension la plus basse;
- b) essai à vide à la fréquence assignée, le courant d'excitation étant réglé à la valeur spécifiée pour le régime assigné continu et à la tension la plus élevée.

Les alternateurs utilisés avec redresseur de puissance doivent être essayés avec leur redresseur ou avec un redresseur ayant des caractéristiques similaires.

Dans le cas où l'une ou plusieurs des conditions suivantes sont remplies, l'essai doit être effectué pour des formes de courant et de tension proches de celles existant en service:

- 1) si le taux d'ondulation du courant en service, au régime assigné garanti, dépasse 10 %;
- 2) si l'excitation est réglée par impulsions.

S'il n'est pas possible de satisfaire à ces spécifications, une méthode permettant de tenir compte des différences entre les conditions d'essais et les conditions de service doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et l'exploitant.

NOTE 1 – Dans le cas de machines fonctionnant sous courant monophasé redressé à la fréquence industrielle 50 Hz ou 60 Hz, les essais peuvent être effectués à la fréquence d'alimentation du lieu de fabrication, que cette fréquence diffère ou non de celle existant sur les lieux d'exploitation, sous réserve que le taux d'ondulation du courant ne soit pas inférieur à celui existant en service. Les erreurs introduites dans les résultats sont alors négligeables et aucune correction n'est nécessaire.

NOTE 2 – Pour les essais au régime continu assigné, le temps nécessaire pour atteindre la stabilisation en température peut être réduit en débutant l'essai avec une charge augmentée ou une ventilation réduite, sous réserve que les conditions assignées soient ensuite maintenues pendant au moins 2 h, ou jusqu'à ce qu'il soit démontré par des moyens appropriés que les températures stabilisées ont été atteintes.

NOTE 3 – Une température est définie comme stabilisée lorsque l'échauffement est inférieur à 2 K pendant la dernière heure d'essai.

NOTE 4 – Si les courants d'excitation de base diffèrent des valeurs spécifiées, les essais sont à effectuer avec les valeurs de base.

8.1.2 Ventilation durant les essais d'échauffement

Les essais doivent être effectués avec la ventilation disposée comme en service, en laissant en place tous les organes susceptibles d'influencer l'échauffement de la machine y compris tout gainage ou filtre considéré comme faisant partie du véhicule, ou avec un montage conduisant à des conditions de fonctionnement équivalentes.

En cas de refroidissement par ventilation forcée, la pression statique et le débit d'air doivent être mesurés à l'entrée de la machine et un tableau de correspondance entre ces grandeurs sera établi.

En général, aucune ventilation correspondant à celle produite par le mouvement du véhicule ne doit être prévue; toutefois, dans des cas spéciaux tels que celui de moteurs de traction complètement fermés où l'effet de cette ventilation est particulièrement important, elle pourra être employée après accord entre le constructeur et l'exploitant.

8 Type tests

8.1 Temperature-rise tests

8.1.1 General

The tests shall be carried out at the guaranteed ratings except that the user and manufacturer may agree that main alternators be tested as follows:

- a) a test at the rated frequency with the terminals short-circuited and the excitation adjusted to give an output current deemed to produce practically the same stator winding temperature rise as would a load test at the continuous rating at lower voltage;
- b) a test at the rated frequency on open circuit with the excitation adjusted to the value specified for the continuous rating at higher voltage.

When the output of an alternator is rectified, it shall be type tested with its rectifier or with one having similar characteristics.

If one or more of the following conditions apply, the tests shall be carried out with voltage and current waveforms closely resembling those in service:

- 1) if the ripple factor of the load current in service exceeds 10 % of the guaranteed rating;
- 2) if the excitation is pulse controlled.

If it is not practicable to meet this requirement, a method taking into account the effect of the difference between the test and service supplies shall be agreed between user and manufacturer.

NOTE 1 – In the case of machines operating on rectified single-phase alternating current at power frequency (50 Hz or 60 Hz) the tests may be carried out using the supply frequency of the place of manufacture whether or not this differs from that of the place of use, provided that the current ripple factor is not less than that in service. The error in the results will be negligible and correction will not be necessary.

NOTE 2 – In the case of continuous rating tests, the time to attain steady temperatures may be shortened by commencing the tests at an increased load or reduced ventilation provided that the rated conditions are subsequently maintained for at least 2 h or until it is demonstrated by appropriate means that steady temperatures have been reached.

NOTE 3 – Steady temperature is defined as a change in temperature rise of less than 2 K during the final hour of test.

NOTE 4 – If the declared excitation current differs from the specified value, the tests have to be carried out with the declared value.

8.1.2 Ventilation during temperature-rise tests

Machines shall be tested with the ventilation arranged as in service with all those parts in place which would affect its temperature rise, including any ducting and filters regarded as part of the vehicle or with an arrangement giving equivalent conditions.

Where cooling is by forced ventilation, the static pressure and the air flow shall be measured at the air inlet of the machine so that a table giving the relationship between these two quantities may be drawn up.

In general, no cooling corresponding to that produced by the motion of the vehicle shall be provided, but in special cases, such as totally enclosed traction motors where this cooling is particularly important, it may be employed if agreed between manufacturer and user.

8.1.3 Appréciation des résultats

Les échauffements des enroulements, collecteurs et bagues à l'origine du refroidissement ne doivent pas dépasser les valeurs données au tableau 2.

8.1.4 Limites d'échauffement

Les différentes classes de matériaux isolants sont définies dans la CEI 60085.

Le tableau 2 donne les limites admissibles des échauffements mesurés au banc d'essai par rapport à la température de l'air de refroidissement, pour les enroulements et autres parties isolées en fonction de différentes classes des matériaux utilisés actuellement dans la construction des machines auxquelles cette norme s'applique.

Si diverses parties de la même machine sont isolées avec des matériaux de classes différentes, les limites d'échauffement relatives à chaque partie doivent être celles de la classe d'isolation correspondante.

Tableau 2 – Limites d'échauffement pour les régimes continus assignés ou autres

Partie de la machine	Méthode de mesure	Classe d'isolation			
		B	F	H	200
Enroulements fixes ou enroulements tournants d'excitation des alternateurs ou des moteurs synchrones	Résistance	130 K	155 K	180 K	200 K
Tous autres enroulements tournants	Résistance	120 K	140 K	160 K	180 K
Collecteurs ou bagues (voir note)	Thermomètre électrique	120 K	120 K	120 K	120 K
Rotors à cage Enroulements amortisseurs	Thermomètre électrique	L'échauffement ne doit pas atteindre un niveau risquant d'endommager les autres bobinages ou d'autres parties de la machine			

Pour les machines entièrement fermées, les limites du tableau 2 sont augmentées de 10 K.

Quand les machines sont directement ou indirectement soumises au rayonnement d'un moteur thermique ou de toute autre source de chaleur, l'adoption de limites d'échauffement inférieures à celles spécifiées au tableau 2 peut faire l'objet d'un accord préalable entre le constructeur et l'exploitant.

NOTE – La température du collecteur n'est que l'un des nombreux facteurs influant sur les qualités de la commutation et, bien qu'en général la commutation soit améliorée par une réduction de la température, ce n'est pas toujours le cas.

8.1.5 Essai d'échauffement de surcharge de courte durée

Si des régimes de surcharge de courte durée sont spécifiés, ils doivent être vérifiés par un ou plusieurs essais effectués comme suit.

Pour l'enroulement critique (voir note 1), la température de départ donnée dans le tableau 3 pourra être obtenue par la méthode suivante. A la suite d'un essai en charge préliminaire, le relevé de la courbe de refroidissement de l'enroulement critique sera poursuivi. L'instant où son échauffement atteindra la valeur de «début d'essai» du tableau 3 (voir note 4) sera prédéterminé par extrapolation de la courbe avec une anticipation ne dépassant pas 5 min avant la dernière lecture (voir notes 2 et 3). La surcharge spécifiée doit alors être appliquée à cet instant prédéterminé avec les conditions normales de ventilation et doit être maintenue pendant la durée spécifiée, après quoi l'essai doit être arrêté et l'échauffement déterminé par une mesure de la résistance dans les conditions de A.5.

8.1.3 Judgement of results

The temperature rises of the windings, commutators or slip rings at the "commencement of cooling" shall not exceed the values given in table 2.

8.1.4 Limits of temperature rise

The different classes of insulating materials are defined in IEC 60085.

Table 2 gives the permissible limits of temperature rise, measured on the test-bed above the temperature of the cooling air, for windings and other parts insulated with materials of the classes at present used in the construction of machines to which this standard applies.

If different parts of the same machine have different classes of insulation, the temperature-rise limit of each part shall be that of its individual class.

Table 2 – Limits of temperature rise for continuous or other ratings

Part of machine	Method of measurement	Insulation class			
		B	F	H	200
Stationary winding or rotating field windings of alternators or synchronous motors	Resistance	130 K	155 K	180 K	200 K
All other rotating windings	Resistance	120 K	140 K	160 K	180 K
Commutators or slip rings (see note)	Electrical thermometer	120 K	120 K	120 K	120 K
Cage rotors Damping windings	Electrical thermometer	The temperature rise shall not be sufficient to endanger any windings or other parts			

For totally enclosed machines, limits of table 2 are increased by 10 K.

Where the machines are directly or indirectly exposed to the heat from an engine or from any other source, the adoption of temperature rises lower than those specified in table 2 may be agreed between user and manufacturer.

NOTE – Commutator temperature is only one of many factors affecting commutation and, whilst in general commutation improves with reduction in temperature, this is not invariably the case.

8.1.5 Short-time overload temperature-rise test

If short-time overload ratings are specified, they shall be verified by one or more tests carried out as follows.

At the conclusion of a previous rating test, the starting temperature rise given in table 3 may be obtained by continuing to plot the cooling curve for the critical winding (see note 1), until the time at which its temperature rise will reach the "start" value given in table 3 (see note 4) can be predicted by extrapolating the curve for a period not exceeding 5 min ahead of the last reading (see notes 2 and 3). The specified overload shall be applied at this predicted time with normal ventilation conditions and shall be maintained for the specified duration, at which point the test shall be concluded and the temperature rise determined by resistance measurement in accordance with A.5.