# NORME INTERNATIONALE

# INTERNATIONAL STANDARD

**CEI**
**IEC**
**61377-3**

Première édition
First edition
2002-09

## Applications ferroviaires – Matériel roulant –

## Partie 3: Essais combinés des moteurs à courant alternatif, alimentés par un convertisseur à deux étages, et leur régulation

## Railway applications – Rolling stock –

## Part 3: Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE T

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

# SOMMAIRE

AVANT-PROPOS ..... 4
1 Domaine d'application et objet ..... 6
2 Références normatives ..... 8
3 Définitions ..... 8
4 Conditions d'environnement ..... 12
5 Caractéristiques d'un système combiné ..... 12
5.1 Caractéristiques spécifiées ..... 12
5.2 Caractéristiques déclarées ..... 14
5.3 Caractéristiques d'un système combiné ..... 14
5.4 Echange d'information et responsabilité ..... 14
6 Catégories d'essais ..... 16
6.1 Généralités ..... 16
6.2 Essais de type ..... 16
6.3 Essais d'investigation ..... 16
7 Essais ..... 16
7.1 Généralités ..... 16
7.2 Conditions d'essais ..... 18
7.3 Essais d'échauffement ..... 20
7.4 Essai additionnel pour moteurs asynchrones en parallèle ..... 20
7.5 Tolérances et essais caractéristiques ..... 22
7.6 Essais divers ..... 26
7.7 Essai d'investigation ..... 28

Annexe A (normative) Accord entre l'exploitant et le fabricant ..... 46

Figure 1 – Système combiné – parties concernées ..... 10
Figure 2 – Transmission par traction ..... 32
Figure 3 – Caractéristiques obligatoires – système combiné asynchrone en source de tension (deux exemples) ..... 34
Figure 4 – Courbes obligatoires – système combiné asynchrone en source de tension ..... 36
Figure 5 – Caractéristiques et courbes obligatoires – système combiné asynchrone en source de courant ..... 38
Figure 6 – Caractéristiques et courbes obligatoires – système combiné synchrone en source de courant ..... 40
Figure 7 – Disposition de banc d'essai pour l'essai en récupération d'un système combiné asynchrone ..... 42
Figure 8 – Effet de l'écart de diamètre des roues sur la caractéristique de couple des moteurs asynchrones ..... 42
Figure 9 – Exemple de plage de fonctionnement d'un système combiné ..... 44
Figure 10 – Exemple de configuration de circuit pour interruption d'alimentation électrique à courant continu de courte durée ..... 44
Figure 11 – Exemple de configuration de circuit pour variation soudaine de tension d'alimentation ..... 44

Tableau 1 – Liste des essais ..... 30

# CONTENTS

FOREWORD ..... 5
1 Scope and object ..... 7
2 Normative references ..... 9
3 Definitions ..... 9
4 Environmental conditions ..... 13
5 Combined system characteristics ..... 13
5.1 Specified characteristics ..... 13
5.2 Declared characteristics ..... 15
5.3 Combined system characteristics ..... 15
5.4 Exchange of information and responsibility ..... 15
6 Test categories ..... 17
6.1 General ..... 17
6.2 Type tests ..... 17
6.3 Investigation tests ..... 17
7 Tests ..... 17
7.1 General ..... 17
7.2 Test conditions ..... 19
7.3 Temperature-rise tests ..... 21
7.4 Additional test for paralleled asynchronous motors ..... 21
7.5 Characteristic tests and tolerances ..... 23
7.6 Miscellaneous tests ..... 27
7.7 Investigation tests ..... 29

Annex A (normative) Agreement between user and manufacturer ..... 47

Figure 1 – Combined system – involved parties ..... 11
Figure 2 – Traction drive ..... 33
Figure 3 – Mandatory characteristics – voltage stiff asynchronous combined system (two examples) ..... 35
Figure 4 – Mandatory curves – voltage stiff asynchronous combined system ..... 37
Figure 5 – Mandatory characteristics and curves – current stiff asynchronous combined system ..... 39
Figure 6 – Mandatory characteristics and curves – current stiff synchronous combined system ..... 41
Figure 7 – Test bed arrangement for back-to-back test of an asynchronous combined system ..... 43
Figure 8 – Effect of different wheel diameter on the torque characteristic of asynchronous motors ..... 43
Figure 9 – Example of operating range of a combined system ..... 45
Figure 10 – Example of circuit configuration for short-time DC power supply interruption ..... 45
Figure 11 – Example of circuit configuration for sudden variation of supply voltage ..... 45

Table 1 – List of tests ..... 31

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

# APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

## Partie 3: Essais combinés des moteurs à courant alternatif, alimentés par un convertisseur à deux étages, et leur régulation

## AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 internationale 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 61377-3 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS | Rapport de vote |
|---|---|
| 9/693/FDIS | 9/705/RVD |

Les rapports de vote indiqués dans le tableau ci-dessus donnent toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette spécification.

L'annexe A fait partie intégrante de la présente norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

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

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

# RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

## Part 3: Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system

## 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 International 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 61377-3 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

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

| FDIS | Report on voting |
|---|---|
| 9/693/FDIS | 9/705/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.

Annex A forms an integral part of this standard.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

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

# APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

## Partie 3: Essais combinés des moteurs à courant alternatif, alimentés par un convertisseur à deux étages, et leur régulation

## 1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale s'applique aux combinaisons de moteur(s), de convertisseurs indirects et de leur système de régulation, et elle a pour objet de spécifier:

– les caractéristiques de performances des transmissions électriques constituées par un convertisseur, des moteurs à courant alternatif, et leur système de régulation;

– des méthodes de vérification de ces caractéristiques de performance par des essais.

Deux catégories de systèmes combinés peuvent être considérées:

a) Moteurs à courant alternatif alimentés par un convertisseur sans aucune régulation entre les grandeurs mécaniques de sortie (couple, vitesse) et le convertisseur lui-même (principalement des moteurs auxiliaires, par exemple des moteurs de ventilateurs de refroidissement). Le moteur fonctionne exactement comme s'il était alimenté par un jeu de barres omnibus (à fréquence et tension variables ou non).

b) Moteur(s) à courant alternatif (pouvant être alimentés ou non en parallèle) avec une régulation entre les grandeurs mécaniques et l'onduleur.

La première catégorie de systèmes est essayée conformément à la CEI 60349-2 et la CEI 61287-1.

La présente norme s'applique à la seconde catégorie, principalement aux transmissions pour la traction.

La CEI 60349-2 s'applique aux moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs, la CEI 61287-1 aux convertisseurs électroniques de puissance; la CEI 60571 s'applique aux équipements électroniques; la présente norme s'applique à la combinaison de moteur(s), de convertisseurs et de leur système de régulation. En conséquence, la CEI 60349-2 décrit les essais permettant de démontrer que le moteur est conforme à sa spécification, la CEI 61287-1 fait de même pour le convertisseur. Il va de soi que certains des essais mentionnés dans la présente norme peuvent généralement remplacer les essais correspondants décrits dans les normes susmentionnées. Il convient qu'un accord soit conclu entre les parties pour éviter la duplication des essais.

Un essai combiné complet est lourd, et exige souvent une grande puissance, qui n'est pas toujours disponible en atelier. Un accord entre l'exploitant et le fabricant peut être conclu pour permettre l'essai en atelier ou bien sur le véhicule.

Au moment de la rédaction de la présente norme, seules les combinaisons de moteurs et d'onduleurs dont la liste figure ci-dessous ont été utilisées pour les applications de la traction, mais il n'est pas exclu qu'elle puisse s'appliquer à d'autres combinaisons pouvant être utilisées à l'avenir:

– moteurs asynchrones alimentés par onduleur (en source de tension);

– moteurs asynchrones alimentés par onduleur (en source de courant);

– moteurs synchrones alimentés par onduleur (en source de courant).

# RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

# Part 3: Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system

## 1 Scope and object

This International Standard applies to the combinations of motor(s), indirect convertors and their control system and its object is to specify:

– the performance characteristics of electric drives consisting of a convertor, alternating current motors, and the related control system;

– methods of verifying these performance characteristics by tests.

Two categories of combined systems can be considered:

a) Alternating current motors fed from a convertor without any control between the mechanical output (torque, speed) and the convertor itself (mostly auxiliary motors, for example cooling fan motors). The motor works exactly as if it were fed from a busbar (at variable frequency and voltage or not).

b) Alternating current motor(s) (paralleled or not) with a control between the mechanical output and the inverter.

The first category of systems is tested according to IEC 60349-2 and IEC 61287-1.

This standard applies to the second category, mainly traction drives.

IEC 60349-2 applies to convertor-fed alternating current motors, IEC 61287-1 to power electronic convertors; IEC 60571 applies to electronic equipment; this standard applies to the combination of motor(s), convertors, and their control system. As a consequence, IEC 60349-2 describes the tests to demonstrate the compliance of the motor to its specification, IEC 61287-1 does the same for the convertor. It is self-evident that some of the tests mentioned in this standard may in general replace the corresponding ones described in the above mentioned standards. An agreement should be reached between the parties to avoid the duplication of tests.

A complete combined test is heavy, and often requires high power, which is not always available in workshop. An agreement between user and manufacturer may be reached to allow testing either in the workshop or on the vehicle.

At the time of drafting of this standard, only the following combinations of motors and inverters have been used for traction applications, but it may also apply to other combinations which may be used in the future:

– asynchronous motors fed by voltage stiff (voltage source) inverter;

– asynchronous motors fed by current stiff (current source) inverter;

– synchronous motors fed by current stiff (current source) inverter.

L'entrée de ces onduleurs (voir figure 2) peut être une ligne d'alimentation à courant continu ou une liaison à courant continu intermédiaire, qui peut être obtenue par une ligne à courant alternatif au moyen d'un redresseur (2.2.1 de la CEI 61287-1) ou par une ligne à courant continu au moyen d'un hacheur (2.2.2 de la CEI 61287-1) ou par des alimentations autonomes (telles que générateurs embarqués, accumulateurs ou autres sources d'énergie électrique) (1.1 de la CEI 61287-1).

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-411:1996, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

CEI 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 551: Electronique de puissance*

CEI 60050-811:1991, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 811: Traction électrique*

CEI 60349-2:1993, *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur électronique*

CEI 60349-3:1995, *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 3: Détermination des pertes totales des moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseur électronique par sommation des pertes élémentaires*

CEI 60571:1998, *Equipements électroniques utilisés sur les véhicules ferroviaires*

CEI 60850:2000, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

CEI 61287-1:1995, *Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant ferroviaire – Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essais*

The input of these inverters (see figure 2) can be a d.c. supply line or an intermediate d.c. link, which can be obtained from an a.c. line by means of a rectifier (2.2.1 of IEC 61287-1) or from a d.c. line by means of a chopper (2.2.2 of IEC 61287-1) or from autonomous supplies (such as on-board generators, accumulators or other electric energy sources) (1.1 of IEC 61287-1).

## 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-411:1996, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 411: Rotating machinery*

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power electronics*

IEC 60050-811:1991, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 811: Electric traction*

IEC 60349-2:1993, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic convertor-fed alternating current motors*

IEC 60349-3:1995, *Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 3: Determination of the total losses of convertor-fed alternating current motors by summation of the component losses*

IEC 60571:1998, *Electronic equipment used on rail vehicles*

IEC 60850:2000, *Railway applications – Supply voltage of traction systems*

IEC 61287-1:1995, *Power convertors installed on board rolling stock – Part 1: Characteristics and test methods*