

**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**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61377-3:2002

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (http://www.iec.ch/searchpub/cur_fut.htm) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (http://www.iec.ch/online_news/justpub/jp_entry.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**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 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 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*

3 Définitions

Pour la définition des termes généraux utilisés sans cette norme, il convient de se référer à la CEI 60050(411), la CEI 60050(551), la CEI 60050(811), la CEI 61287-1 et la CEI 60349-2.

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

système combiné

élément constitué par le convertisseur indirect, le ou les moteurs, et la régulation qui s'y rapporte, les câbles de puissance équivalents qui les relient et un système de refroidissement équivalent

3.2

exploitant

organisme qui commande le système combiné. L'exploitant est normalement un organisme qui utilise le véhicule ou l'équipement, à moins que la responsabilité ne soit déléguée à un maître d'œuvre principal ou un consultant (voir la figure 1).

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*

3 Definitions

For the definition of general terms used in this standard, reference should be made to IEC 60050(411), IEC 60050(551), IEC 60050(811), IEC 61287-1 and IEC 60349-2.

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.1

combined system

unit consisting of the indirect convertor, the motor(s), their related control system, equivalent power cables connecting them, and an equivalent cooling system

3.2

user

organization which orders the combined system. The user is normally an organisation which uses the vehicle or the equipment, unless the responsibility is delegated to a main contractor or consultant (see figure 1).