NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
61377-1

Première édition
First edition
2006-02

Applications ferroviaires – Matériel roulant –

Partie 1: Essais combinés de moteurs à courant alternatif alimentés par onduleur et de leur régulation

Railway applications – Rolling stock –

Part 1: Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their control system

© IEC 2006 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 8
2 Références normatives 10
3 Termes et définitions 12
4 Conditions d'environnement 16
5 Caractéristiques d'un système combiné 16
5.1 Caractéristiques spécifiées 16
5.2 Caractéristiques de base 20
5.3 Caractéristiques d'un système combiné 20
5.4 Echange d'information et responsabilité 30
6 Catégories d'essais 30
6.1 Généralité 30
6.2 Essais de type 30
6.3 Essais d'investigation 30
7 Essais 30
7.1 Généralité 30
7.2 Conditions d'essai 32
7.3 Essais d'échauffement 34
7.4 Essais additionnels pour des moteurs asynchrones parallèles 36
7.5 Relevé des caractéristiques et tolérances 38
7.6 Essais divers 40
7.7 Essais d'investigation 44

Annexe A (normative) Accords entre exploitant et constructeur 46

Figure 1 – Transmission pour la traction 8
Figure 2 – Exemple de points de mesure de l'alimentation continue d'entrée 18
Figure 3 – Caractéristiques obligatoires – système combiné asynchrone à source de tension (deux exemples) 22
Figure 4 – Caractéristiques obligatoires – système combiné asynchrone à source de tension 24
Figure 5 – Caractéristiques obligatoires – système combiné asynchrone à source de courant 26
Figure 6 – Caractéristiques obligatoires – système combiné synchrone à source de courant 28
Figure 7 – Disposition de banc d'essai pour l'essai en récupération 34
Figure 8 – Effet d'un écart de diamètre des roues sur la caractéristique de couple des moteurs asynchrones 36
Figure 9 – Exemple de plage de fonctionnement d'un système combiné à source de tension 42

Tableau 1 – Liste des essais 44

CONTENTS

FOREWORD 5

1 Scope and object 9
2 Normative references 11
3 Terms and definitions 13
4 Environmental conditions 17
5 Combined system characteristics 17
5.1 Specified characteristics 17
5.2 Declared characteristics 21
5.3 Combined system characteristics 21
5.4 Exchange of information and responsibility 31
6 Test categories 31
6.1 General 31
6.2 Type tests 31
6.3 Investigation tests 31
7 Tests 31
7.1 General 31
7.2 Test conditions 33
7.3 Temperature-rise tests 35
7.4 Additional tests for paralleled asynchronous motors 37
7.5 Characteristic tests and tolerances 39
7.6 Miscellaneous tests 41
7.7 Investigation tests 45

Annex A (normative) Agreement between user and manufacturer 47

Figure 1 – Traction drive 9
Figure 2 – Example of measurement points of the d.c. input 19
Figure 3 – Mandatory characteristics – voltage source asynchronous combined system (two examples) 23
Figure 4 – Mandatory characteristics – voltage source asynchronous combined system 25
Figure 5 – Mandatory characteristics – current source asynchronous combined system 27
Figure 6 – Mandatory characteristics – current source synchronous combined system 29
Figure 7 – Test bed arrangement for back-to-back test of an asynchronous combined system 35
Figure 8 – Effect of wheel diameter mismatch on the torque characteristic of asynchronous motors 37
Figure 9 – Example of operating range of a voltage source combined system 43

Table 1 – List of tests 45

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Partie 1: Essais combinés de moteurs à courant alternatif alimentés par onduleur et de leur régulation

AVANT-PROPOS

1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 61377-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette publication annule et remplace la CEI 61377 (1996).

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/904/FDIS	9/929/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.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Part 1: Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their control system

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61377-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This publication cancels and replaces IEC 61377 (1996).

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

FDIS	Report on voting
9/904/FDIS	9/929/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.

La présente révision de la CEI 61377 (1996) a été faite de manière à être cohérente du point de vue rédactionnel et technique avec la Partie 2, Moteurs de traction à courant continu alimentés par hacheur et leur régulation, et avec la Partie 3, Moteurs à courant alternatif alimentés par un convertisseur à deux étages et leur régulation.

La CEI 61377 est constituée des parties suivantes, sous le titre général *Applications ferroviaires – Matériel roulant:*

Partie 1: Essais combinés de moteurs à courant alternatif alimentés par onduleur et de leur régulation

Partie 2: Essais combinés – Moteurs de traction à courant continu alimentés par hacheur et leur régulation

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «http://webstore.iec.ch» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

The present revision of IEC 61377 (1996) has been done to be editorially and technically consistent with the Part 2, Chopper-fed direct current traction motors and their control, and Part 3, Alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system.

IEC 61377 consists of the following parts, under the general title *Railway applications – Rolling stock:*

Part 1: Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their control system

Part 2: Combined testing – Chopper-fed direct current traction motors and their control

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "http://webstore.iec.ch" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Partie 1: Essais combinés de moteurs à courant alternatif alimentés par onduleur et de leur régulation

1 Domaine d'application et objet

La présente partie de la CEI 61377 s'applique aux combinaisons de moteur(s), d'onduleur et de leur système de régulation, et elle a pour objet de spécifier:

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

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

Deux catégories de systèmes combinés peuvent être considérées:

a) les moteurs à courant alternatif alimentés par un onduleur sans aucune régulation entre les grandeurs mécaniques de sortie (couple, vitesse) et l'onduleur 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) le (les) moteur(s) à courant alternatif (pouvant être alimentés ou non en parallèle) avec une régulation entre les grandeurs mécaniques de sortie et l'onduleur.

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

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

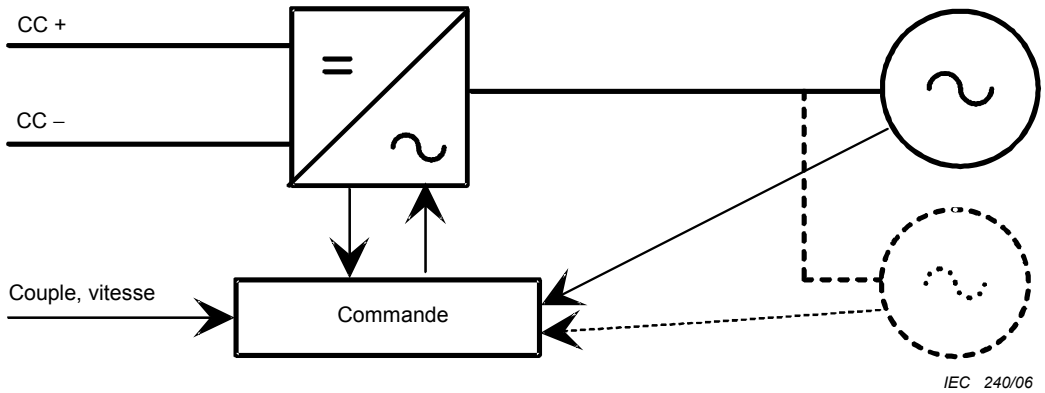


Figure 1 – Transmission pour la traction

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 aux équipements électroniques, la présente norme s'applique à la combinaison d'un ou de plusieurs moteurs, d'un onduleur et de leur système de contrôle. 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 l'onduleur. 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 est recommandé qu'un accord soit conclu entre les parties pour éviter la duplication des essais.

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Part 1: Combined testing of inverter-fed alternating current motors and their control system

1 Scope and object

This part of IEC 61377 applies to the combinations of motor(s), inverter and their control system, and its object is to specify:

– the performance characteristics of electric drives consisting of an inverter, 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 an inverter without any control between the mechanical output (torque, speed) and the inverter 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.

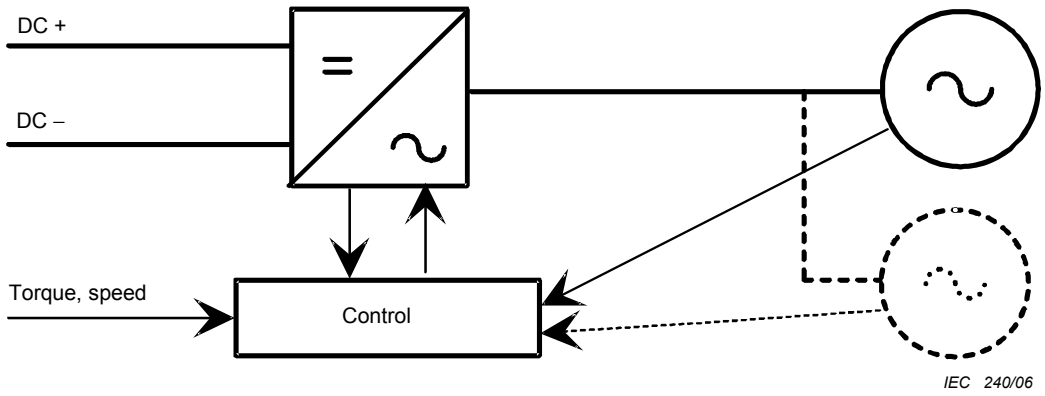


Figure 1 – Traction drive

IEC 60349-2 applies to convertor-fed alternating current motors, IEC 61287-1 to power electronic convertors, IEC 60571 to electronic equipments, and this standard applies to the combination of motor(s), inverter, 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 inverter. It is self-evident that some of the tests mentioned in this standard generally may replace the corresponding ones described in the above-mentioned standards. An agreement should be reached between the parties to avoid the duplication of tests.

Un essai combiné total est lourd à exécuter et exige souvent une forte puissance, qui n'est pas toujours disponible dans un atelier. Un accord entre exploitant et constructeur peut être trouvé pour permettre cet essai soit dans l'atelier, soit sur le véhicule. L'essai peut être réalisé pour une part dans un atelier et pour l'autre part sur la voie.

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

– moteurs asynchrones alimentés par onduleur source de tension;
– moteurs asynchrones alimentés par onduleur source de courant;
– moteurs synchrones alimentés par onduleur source de courant.

La source de ces onduleurs peut être une ligne d'alimentation en courant continu, un redresseur, un hacheur, un convertisseur d'entrée, une génératrice diesel avec des redresseurs incorporés, etc.

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), *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 411: Machines tournantes*

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

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

CEI 60349-2:2002, *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs électroniques*

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

CEI 60850, A*pplications ferroviaires – Tensions d'alimentation des systèmes de traction*

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

CEI 61377-2:2002, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais combinés – Partie 2: Moteurs de traction à courant continu alimentés par hacheur et leur régulation*

CEI 61377-3:2002, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Partie 3: Essais combinés des moteurs à courant alternatif, alimentés par un convertisseur à deux étages, et leur régulation*

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

At the time of drafting this standard, only the following combinations of motors and inverters were 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.

The input of these inverters can be a d.c. supply line, a rectifier, a chopper, an input convertor, a diesel generator with integrated rectifiers, etc.

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 amendment) applies. .

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

IEC 60050(551), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 551: Power electronics*

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

IEC 60349-2:2002, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic convertor-fed alternating current motors*

IEC 60571, *Electronic equipment used on rail vehicles*

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

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

IEC 61377-2:2002, *Railway applications – Rolling stock – Combined testing – Part 2: Chopper-fed direct current traction motors and their control*

IEC 61377-3:2002, *Railway applications – Rolling stock – Part 3: Combined testing of alternating current motors, fed by an indirect convertor, and their control system*