IEC 62520

Edition 1.0 2011-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Electric traction – Short-primary type linear induction motors (LIM) fed by power converters

Applications ferroviaires – Traction électrique – Moteurs à induction linéaires (LIM) du type à primaire court alimentés par des convertisseurs de puissance

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

V

ICS 45.060

ISBN 978-2-88912-490-9

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 4
INTRODUCTION 6
1 Scope 7
2 Normative references 7
3 Terms and definitions 8
4 Environmental conditions 12
5 Characteristics 13
5.1 Exchange of information 13
5.2 Reference temperature 14
5.3 Specified characteristics 14
5.4 Declared characteristics 14
5.5 Efficiency characteristics 15
5.6 Traction motor characteristics 15
6 Marking 15
6.1 Primary nameplate 15
6.2 Secondary marking 15
7 Test categories 16
7.1 Test categories 16
7.1.1 General 16
7.1.2 Type tests 16
7.1.3 Routine tests 17
7.1.4 Investigation tests 17
7.2 Summary of tests 17
8 Type tests 18
8.1 Temperature-rise tests 18
8.1.1 General 18
8.1.2 Ventilation during temperature-rise tests 18
8.1.3 Measurement of temperature 18
8.1.4 Judgement of results 18
8.1.5 Limits of temperature rise 18
8.2 Characteristic tests and tolerances 19
8.2.1 General 19
8.2.2 Tolerances 20
8.3 Shock and vibration tests 20
9 Routine tests 20
9.1 Routine tests of primary 20
9.1.1 General 20
9.1.2 Characteristic tests and tolerance 21
9.1.3 Dielectric tests 21
9.1.4 Structural tests 22
9.2 Routine tests of secondary 23
9.2.1 Dimension test 23
9.2.2 Chemical composition test 23
9.2.3 Tension test 23
9.2.4 Bending test 23

9.2.5 Shear test 23
9.2.6 Ultrasonic flaw detection 23
9.2.7 Friction test 23
9.2.8 Electrical conductivity test 23
10 Investigation tests 24
10.1 General 24
10.2 Noise test 24
Annex A (normative) Measurement of temperature 25
Annex B (informative) Test method using a rotary test facility of a LIM 27
Annex C (normative) Supply voltages of traction systems 29
Annex D (normative) Agreement between user and manufacturer 30
Bibliography 31

Figure B.1 – Rotary test facility for LIM 28

Table 1 – Technical items transferred and requested between the manufacturer of the primary and his counterparts 14
Table 2 – Summary of tests for the primary 17
Table 3 – Summary of tests for secondary 18
Table 4 – Limits of temperature rise for continuous and other ratings 19
Table 5 – Dielectric test voltages 22

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC TRACTION – SHORT-PRIMARY TYPE LINEAR INDUCTION MOTORS (LIM) FED BY POWER CONVERTERS

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 itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
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 62520 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric equipment and systems for railways.

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

FDIS	Report on voting
9/1531/FDIS	9/1544/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 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability 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.

INTRODUCTION

This International Standard is introduced because there are significant differences between the rotary induction motor and the linear induction motor (LIM). These differences necessitate a different testing standard to ensure consistency, repeatability and dependability of the test results. For clarification, the significant differences are listed below:

a) The LIM has a power factor and an electric efficiency substantially lower than those of rotary motors, because its magnetic gap length is several times that of the rotary motors. As such, the assumption made for the rotary induction motor that the primary leakage reactance is significantly less than the mutual reactance is no longer valid.

b) The traction efficiency of a LIM does not include the mechanical transmission, typical of rotary motor propulsion.

c) LIMs produce direct thrust between the primary and secondary without the need for mechanical contact. Therefore, there are no adhesion limits due to the rail and wheels contact of the typical rotary drive. No spin/slide controls are needed with LIMs and thus there is no need for testing of this function.

d) LIMs produce not only thrust (which is in the longitudinal direction) but also normal and lateral forces which are effectively eliminated in the rotary induction motor, due to the symmetrical geometry of rotary motor. The normal force is either an attraction or a repulsion between the primary and secondary. The effect of these forces should be considered on deflection of primary and secondary and for their mechanical strength and rigidity, particularly as the deflection will affect the gap between primary and secondary and thereby change the LIM performance.

e) The normal force mentioned in d) has a direct effect on the design of magnetically levitated vehicles. Depending on whether the normal force is attractive or repulsive, this force will either assist the suspension of the vehicle or oppose it. Thus testing of the LIM must ensure that the force occurs in the appropriate part of the LIM operating range.

f) Information in Table 1 should be shared with subsystem component designers. Particular attention is drawn to the need for collaboration between the designers of the LIM and its associated converter as detailed in 5.1.

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC TRACTION – SHORT-PRIMARY TYPE LINEAR INDUCTION MOTORS (LIM) FED BY POWER CONVERTERS

1 Scope

This International standard applies to short-primary type linear induction motors (LIM) for propelling rail and road vehicles.

This standard applies to a specific configuration of LIM that has the primary mounted on either the vehicle body or trucks and a secondary that is fixed to the track and that is connected only by a magnetic field with the primary.

The object of this standard is to allow the performance of a LIM to be confirmed by tests and to provide a basis for assessment of its suitability for a specified duty.

The rating of LIMs fed in parallel by a common converter should take into account the effect on load-sharing due to differences of gap length and of LIM characteristics. The user should be informed of the maximum permissible difference in gap length for the particular application.

The electrical input to LIMs covered by this standard should come from an electronic converter.

NOTE At the time of drafting, only the following combination of LIMs and converters had been used for traction applications, but it may also apply to other combinations which may be used in the future:

– LIMs fed by voltage source converters.

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 60034-8, *Rotating electrical machines – Part 8: Terminal markings and direction of rotation*

IEC 60050-131, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 131: Circuit theory*

IEC 60050-151, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-411, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 411: Rotating machinery*

IEC 60050-811, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 811: Electric traction*

IEC 60085, *Electrical insulation – Thermal evaluation and designation*

IEC 60349-2:2010, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic convertor-fed alternating current motors*

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

IEC 61133:2006, *Railway applications – Rolling stock – Testing of rolling stock on completion of construction and before entry into service*

IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 34
INTRODUCTION 36
1 Domaine d'application 37
2 Références normatives 37
3 Termes et définitions 38
4 Conditions d'environnement 42
5 Caractéristiques 43
5.1 Echange d'informations 43
5.2 Température de référence 44
5.3 Caractéristiques spécifiées 44
5.4 Caractéristiques de base 45
5.5 Caractéristiques de rendement 45
5.6 Caractéristiques des moteurs de traction 45
6 Marquage 45
6.1 Plaque signalétique du primaire 45
6.2 Marquage de secondaire 46
7 Catégories d'essais 46
7.1 Catégories d'essais 46
7.1.1 Généralités 46
7.1.2 Essais de type 46
7.1.3 Essais de série 47
7.1.4 Essais d'investigation 47
7.2 Résumé des essais 47
8 Essais de type 48
8.1 Essais d'échauffement 48
8.1.1 Généralités 48
8.1.2 Ventilation pendant les essais d'échauffement 48
8.1.3 Mesure de la température 49
8.1.4 Appréciation des résultats 49
8.1.5 Limites d'échauffement 49
8.2 Essais de caractéristiques et tolérances 49
8.2.1 Généralités 49
8.2.2 Tolérances 51
8.3 Essais de choc et de vibration 51
9 Essais de série 51
9.1 Essais de série de primaire 51
9.1.1 Généralités 51
9.1.2 Essais de caractéristiques et tolérances 51
9.1.3 Essais diélectriques 52
9.1.4 Essais de structure 53
9.2 Essais de série du secondaire 53
9.2.1 Essai de dimensions 53
9.2.2 Essai de composition chimique 54
9.2.3 Essai de traction 54
9.2.4 Essai de flexion 54

9.2.5 Essai de cisaillement 54
9.2.6 Détection de défaut par ultrasons 54
9.2.7 Essai de frottement 54
9.2.8 Essai de conductivité électrique 54
10 Essais d'investigation 54
10.1 Généralités 54
10.2 Essai de bruit 54
Annexe A (normative) Mesure de la température 56
Annexe B (informative) Méthode d'essai utilisant une installation d'essai rotative d'un LIM 58
Annexe C (normative) Tensions d'alimentation des réseaux de traction 60
Annexe D (normative) Accord entre exploitant et constructeur 61
Bibliographie 62

Figure B.1 – Installation d'essai rotative pour LIM 59

Tableau 1 – Eléments techniques transférés et demandés entre le constructeur du primaire et ses homologues 44
Tableau 2 – Résumé des essais pour le primaire 48
Tableau 3 – Résumé des essais pour le secondaire 48
Tableau 4 – Limites d'échauffement pour les régimes continus ou autres régimes assignés 49
Tableau 5 – Tensions d'essais diélectriques 53

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – TRACTION ÉLECTRIQUE – MOTEURS À INDUCTION LINÉAIRES (LIM) DU TYPE À PRIMAIRE COURT ALIMENTÉS PAR DES CONVERTISSEURS DE PUISSANCE

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 elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
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 brevet. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62520 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1531/FDIS	9/1544/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 2.

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

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est introduite parce qu'il existe des différences importantes entre le moteur à induction rotatif et le moteur à induction linéaire (LIM). Ces différences nécessitent une norme d'essais différente pour garantir la cohérence, la fidélité et la fiabilité des résultats des essais. À des fins de clarification, les différences importantes sont énumérées ci-dessous:

a) Le LIM a un facteur de puissance et un rendement électrique sensiblement inférieurs à ceux des moteurs rotatifs parce que sa longueur d'espace est plusieurs fois supérieure à celle des moteurs rotatifs. A ce titre, la supposition faite pour le moteur à induction rotatif selon laquelle la réactance de fuite du primaire est nettement inférieure à la réactance mutuelle, n'est plus valable.

b) Le rendement de traction d'un LIM ne comprend pas la transmission mécanique, qui caractérise cependant la propulsion par moteur rotatif.

c) Les LIM produisent une poussée directe entre le primaire et le secondaire sans qu'il soit nécessaire d'avoir un contact mécanique. Par conséquent, il n'y a pas de limites d'adhérence dues au contact du rail et des roues de l'entrainement rotatif type. Aucune commande de rotation/de coulissement n'est nécessaire avec les LIM et ainsi il n'est pas nécessaire de réaliser des essais de cette fonction.

d) Les LIM produisent non seulement une poussée (qui est dans la direction longitudinale), mais également des forces normale et latérale qui sont éliminées efficacement dans le moteur à induction rotatif du fait de la géométrie symétrique du moteur rotatif. La force normale est soit une attraction, soit une répulsion entre le primaire et le secondaire. Il convient que l'effet de ces forces sur la déflection du primaire et du secondaire soit pris en compte pour déterminer leur résistance mécanique et leur rigidité, particulièrement du fait que la déflexion affectera l'entrefer entre le primaire et le secondaire et modifiera de ce fait les performances du LIM.

e) La force normale mentionnée en d) a un effet direct sur la conception des véhicules à sustentation magnétique. Selon que la force normale est attractive ou répulsive, cette force contribuera à la suspension du véhicule ou s'opposera à celle-ci. Ainsi, les essais du LIM doivent garantir que la force se trouve dans la partie appropriée de la plage de fonctionnement du LIM.

f) Il convient que les informations contenues dans le Tableau 1 soient partagées avec les concepteurs des composants des sous-systèmes. L'attention est particulièrement attirée sur la nécessité d'une collaboration entre les concepteurs du LIM et de son convertisseur associé tel que détaillé en 5.1.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – TRACTION ÉLECTRIQUE – MOTEURS À INDUCTION LINÉAIRES (LIM) DU TYPE À PRIMAIRE COURT ALIMENTÉS PAR DES CONVERTISSEURS DE PUISSANCE

1 Domaine d'application

Cette Norme internationale s'applique aux moteurs à induction linéaires (LIM)[1] de type à primaire court pour propulser des véhicules ferroviaires et routiers.

La présente norme s'applique à une configuration spécifique de LIM dont le primaire est monté soit sur la carrosserie du véhicule, soit sur des wagons, et qui a un secondaire fixé à la voie et qui n'est connecté au primaire que par un champ magnétique.

La présente norme a pour objet de permettre la confirmation des performances d'un LIM par des essais et de fournir une base d'évaluation de son aptitude à assurer un service spécifié.

Il convient que les caractéristiques assignées des LIM alimentés en parallèle par un convertisseur commun prennent en compte l'effet sur le partage des charges des différences de longueur d'espace et des caractéristiques du LIM. Il convient que l'exploitant soit informé de la différence de longueur d'espace maximum autorisée pour l'application particulière.

Il convient que l'alimentation électrique appliquée aux LIM couverts par la présente norme provienne d'un convertisseur électronique.

NOTE Au moment de la rédaction, seule la combinaison suivante de LIM et de convertisseurs a été utilisée pour des applications de traction, mais il est possible que la norme s'applique à d'autres combinaisons qui pourraient être utilisées à l'avenir:

– LIM alimentés par des convertisseurs source de tension.

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 60034-8, *Machines électriques tournantes – Partie 8: Marques d'extrémités et sens de rotation*

CEI 60050-131, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 131: Théorie des circuits*

CEI 60050-151, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050-411, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 411: Machines tournantes*

CEI 60050-811, *Vocabulaire Electrotechnique International – Partie 811: Traction électrique*

CEI 60085, *Isolation électrique – Evaluation et désignation thermiques*

_____

1 *LIM en anglais: linear induction motor.*

CEI 60349-2 :2010, *Traction électrique – Machines électriques tournantes des véhicules ferroviaires et routiers – Partie 2: Moteurs à courant alternatif alimentés par convertisseurs électroniques*

CEI 60850, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

CEI 61133:2006, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de matériel roulant après achèvement et avant mise en service*

CEI 61373, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et vibrations*