

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60077-1

Première édition
First edition
1999-10

**Applications ferroviaires –
Equipements électriques du matériel roulant –**

**Partie 1:
Conditions générales de service
et règles générales**

**Railway applications –
Electric equipment for rolling stock –**

**Part 1:
General service conditions
and general rules**

© IEC 1999 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

e-mail: inmail@iec.ch

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

XA

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
Articles	
1 Domaine d'application et objet.....	12
2 Références normatives.....	12
3 Définitions (voir également l'annexe B).....	14
4 Classification	20
5 Caractéristiques de la catégorie d'emploi (voir également annexe B).....	20
5.1 Tensions assignées	22
5.1.1 Généralités	22
5.1.2 Tension assignée d'emploi (U_e).....	22
5.1.3 Tension assignée d'isolement (U_i).....	22
5.1.4 Tension assignée de tenue à fréquence industrielle (U_{50}).....	22
5.1.5 Tension assignée de tenue au choc (U_{imp}).....	22
5.2 Tensions assignées du matériel	22
5.2.1 Alimentation à partir de la ligne de contact.....	22
5.2.2 Alimentation à partir d'un transformateur	24
5.2.3 Alimentation à partir d'un générateur indépendant, alternateur ou convertisseur.....	24
5.2.4 Alimentation à partir d'une batterie en «floating».....	24
5.2.5 Alimentation à partir d'une batterie	24
5.3 Courants assignés du matériel	24
5.3.1 Courant assigné d'emploi (I_e).....	24
5.3.2 Courant assigné de courte durée admissible (I_{cw}).....	24
5.4 Fréquence assignée d'emploi.....	24
5.5 Pression assignée.....	26
6 Informations sur le produit.....	26
6.1 Nature de l'information	26
6.2 Marquage.....	28
6.3 Instructions pour le stockage, l'installation, le fonctionnement et l'entretien.....	28
7 Conditions normales de service.....	28
7.1 Généralités	28
7.2 Altitude	28
7.3 Température	28
7.4 Humidité	30
7.5 Conditions biologiques	30
7.6 Substances actives chimiquement.....	30
7.7 Substances mécaniquement actives.....	30
7.8 Vibrations et chocs.....	30
7.9 Exposition à la pollution.....	30
7.10 Exposition aux surtensions.....	32

CONTENTS

	Page
FOREWORD	7
INTRODUCTION	11
Clause	
1 Scope and object	13
2 Normative references	13
3 Definitions (see also annex B)	15
4 Classification	21
5 Characteristics of the utilization category (see also annex B)	21
5.1 Rated voltages	23
5.1.1 General	23
5.1.2 Rated operational voltage (U_e)	23
5.1.3 Rated insulation voltage (U_i)	23
5.1.4 Rated power-frequency withstand voltage (U_{50})	23
5.1.5 Rated impulse withstand voltage (U_{imp})	23
5.2 Rated voltages for equipment	23
5.2.1 Supply from contact lines	23
5.2.2 Supply from a transformer	25
5.2.3 Supply from an independently driven generator/alternator or converter	25
5.2.4 Supply from a float charged battery	25
5.2.5 Supply from a battery	25
5.3 Rated currents for equipment	25
5.3.1 Rated operational current (I_e)	25
5.3.2 Rated short-time withstand current (I_{cw})	25
5.4 Rated operational frequency	25
5.5 Rated air pressure	27
6 Product information	27
6.1 Nature of information	27
6.2 Marking	29
6.3 Instructions for storage, installation, operation and maintenance	29
7 Normal service conditions	29
7.1 General	29
7.2 Altitude	29
7.3 Temperature	29
7.4 Humidity	31
7.5 Biological conditions	31
7.6 Chemically active substances	31
7.7 Mechanically active substances	31
7.8 Vibration and shock	31
7.9 Exposure to pollution	31
7.10 Exposure to overvoltages	33

Articles	Pages
8 Dispositions relatives à la construction et au fonctionnement	34
8.1 Dispositions constructives	34
8.1.1 Risques électriques	34
8.1.2 Retour de courant et mise à la masse générale	36
8.1.3 Batteries	38
8.1.4 Champs électromagnétiques (CEM).....	38
8.1.5 Protection contre le feu	38
8.1.6 Autres risques	38
8.2 Dispositions relatives au fonctionnement	38
8.2.1 Conditions de fonctionnement.....	38
8.2.2 Echauffements	42
8.2.3 Fonctionnement à la mise en service	46
8.2.4 Compatibilité électromagnétique (CEM)	50
8.2.5 Emission de bruit acoustique	50
8.2.6 Propriétés diélectriques (voir également annexe C)	50
8.2.7 Surtensions de manœuvre.....	62
8.2.8 Fonctionnement en service.....	62
8.2.9 Aptitude à supporter les vibrations et les chocs.....	62
9 Essais.....	64
9.1 Nature des essais	64
9.1.1 Généralités	64
9.1.2 Essais de type.....	64
9.1.3 Essais de série.....	66
9.1.4 Essais par prélèvements	66
9.1.5 Essais d'investigation	66
9.1.6 Conditions générales d'essai.....	66
9.2 Vérifications des dispositions constructives	68
9.2.1 Généralités	68
9.2.2 Essais de type.....	68
9.2.3 Essais de série.....	68
9.3 Vérification des dispositions relatives au fonctionnement.....	70
9.3.1 Limites de fonctionnement.....	70
9.3.2 Echauffements	70
9.3.3 Propriétés diélectriques	76
9.3.4 Aptitude au fonctionnement en service	86
9.3.5 Vibrations et chocs.....	90
9.3.6 Compatibilité électromagnétique.....	90
9.3.7 Emission de bruit acoustique	92
9.3.8 Essais climatiques.....	92
Annexe A (normative) Mesure des distances d'isolement et des lignes de fuite	94
Annexe B (informative) Coordination entre les définitions.....	106
Annexe C (informative) Détermination des distances d'isolement et lignes de fuite.....	110

Clause	Page
8	35
8.1	35
8.1.1	35
8.1.2	37
8.1.3	39
8.1.4	39
8.1.5	39
8.1.6	39
8.2	39
8.2.1	39
8.2.2	43
8.2.3	47
8.2.4	51
8.2.5	51
8.2.6	51
8.2.7	63
8.2.8	63
8.2.9	63
9	65
9.1	65
9.1.1	65
9.1.2	65
9.1.3	67
9.1.4	67
9.1.5	67
9.1.6	67
9.2	69
9.2.1	69
9.2.2	69
9.2.3	69
9.3	71
9.3.1	71
9.3.2	71
9.3.3	77
9.3.4	87
9.3.5	91
9.3.6	91
9.3.7	93
9.3.8	93
Annex A (normative)	95
Annex B (informative)	107
Annex C (informative)	111

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT –

Partie 1: Conditions générales de service et règles générales

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 60077-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.

La présente norme, avec la CEI 60077-2, remplace la CEI 60077, publiée en 1968.

La CEI 60077 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Applications ferroviaires – Équipements électrique du matériel roulant*:

Partie 1 – Conditions générales de service et règles générales

Partie 2 – Composants électrotechniques – Règles générales

Partie 3 – Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant continu ¹⁾

Partie 4 – Composants électrotechniques – Règles pour disjoncteurs à courant monophasé ¹⁾

Partie 5 – Composants électrotechniques – Règles pour coupe-circuit à haute tension ¹⁾

¹⁾ A publier.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –

Part 1: General service conditions and general rules

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 60077-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.

This standard, together with IEC 60077-2, replaces IEC 60077, published in 1968.

IEC 60077 consists of the following parts under the general title *Railway applications – Electric equipment for rolling stock*:

- Part 1 – General service conditions and general rules
- Part 2 – Electrotechnical components – General rules
- Part 3 – Electrotechnical components – Rules for d.c. circuit-breakers ¹⁾
- Part 4 – Electrotechnical components – Rules for a.c. circuit-breakers ¹⁾
- Part 5 – Electrotechnical components – Rules for HV fuses ¹⁾

¹⁾ To be published.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/525/FDIS	9/535/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 3.

L'annexe A fait partie intégrante de cette norme.

Les annexes B et C sont uniquement données à titre d'information.

La présente norme générale doit être lue conjointement à la norme de matériel correspondante appelée dans la suite de cette publication «norme de produit correspondante» ou «norme de produit».

NOTE – Dans l'éventualité où une différence existerait entre les prescriptions de la présente norme générale et la norme de produit issue du comité d'études 9, les prescriptions de la norme de produit prévaudraient.

Pour qu'une règle générale s'applique à une norme de produit déterminée, cette dernière doit y faire explicitement référence en mentionnant le numéro de l'article ou du paragraphe correspondant de la présente norme, par exemple «article 7.7 de la norme CEI 60077-1».

Une norme spécifique de produit peut ne pas prescrire, et par conséquent, peut omettre, une règle générale (comme n'étant pas applicable), ou elle peut la compléter (si elle paraît inadaptée dans le cas particulier), mais elle ne peut pas s'en écarter, sauf s'il y a une réelle justification technique.

Le comité a décidé que cette publication reste valable jusqu'en 2009. A cette date, selon décision préalable du comité, la publication sera

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

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

FDIS	Report on voting
9/525/FDIS	9/535/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annex A forms an integral part of this standard.

Annexes B and C are given for information only.

This general standard shall be read in conjunction with the relevant equipment standard hereafter referred to as "the relevant product standard" or "product standard".

NOTE – In the event of there being a variation of requirements between the basic standard and a product standard produced by technical committee 9 then the product standard requirements are to take precedence.

For a general rule to apply to a specific product standard, it shall be explicitly referred to in the latter, by quoting the relevant clauses of this standard, for example "see 7.7 of IEC 60077-1".

A specific product standard may not require, and hence may omit, a general rule (as being not applicable), or it may add to it (if deemed inadequate in the particular case), but it may not deviate from it, unless there is a substantial technical justification.

The committee has decided that this publication remains valid until 2009. At this date, in accordance with the committee's decision, the publication will be

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

INTRODUCTION

Bien que la présente Norme internationale spécifie les conditions générales de service et les règles générales pour les équipements électriques, d'autres détails spéciaux particuliers à certains types d'équipements de traction peuvent être donnés dans d'autres normes CEI. Les normes de produit indiquant d'autres détails et la série des normes de produit propres à la traction sont en particulier:

CEI 60077: *Applications ferroviaires – Equipements électriques du matériel roulant*

- Partie 2 – *Composants électrotechniques – Règles générales*
- Partie 3 – *Règles pour disjoncteurs à courant continu*
- Partie 4 – *Règles pour disjoncteurs à courant monophasé*
- Partie 5 – *Règles pour coupe-circuits à haute tension*

Quoique l'ensemble des circuits de puissance, les équipements d'électronique de commande alimentés à partir des tensions de la batterie ou de la ligne de contact, et tous les circuits comprenant des appareils de coupure ou de commande soient couverts par la présente norme, leurs circuits internes peuvent être assujettis aux prescriptions des normes de produit correspondantes.

Pour les équipements électriques du matériel roulant, y compris les éléments de matériel industriel, qui répondent à une norme internationale propre, la présente norme et, le cas échéant, la norme de produit d'équipement ferroviaire spécifient seulement les prescriptions complémentaires pour assurer un service satisfaisant sur le matériel roulant.

INTRODUCTION

Although this International Standard specifies the general service conditions and general rules for electric equipment, further special details of certain types of traction equipment may be given in other IEC standards. In particular, product standards give further details and the product standards to be part of the traction series are:

IEC 60077: *Railway applications – Electric equipment for rolling stock*

- Part 2 – *Electrotechnical components – General rules*
- Part 3 – *Rules for d.c. circuit breakers*
- Part 4 – *Rules for a.c. circuit breakers*
- Part 5 – *Rules for HV fuses*

Although all circuits of power or control electronic equipments connected to battery or line voltages, and all circuits comprising switchgear or controlgear are covered by this standard, internal circuits of these may be subject to special requirements covered by relevant product standards.

For electric equipment for rolling stock which conforms to an appropriate international standard, including items of industrial equipment, this standard, plus the relevant railway equipment product standard where appropriate, specifies only those additional requirements to ensure satisfactory operation on rolling stock.

Withold.com

APPLICATIONS FERROVIAIRES – ÉQUIPEMENTS ÉLECTRIQUES DU MATÉRIEL ROULANT –

Partie 1: Conditions générales de service et règles générales

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale spécifie les conditions générales de service et les prescriptions pour l'ensemble de l'équipement électrique installé dans les circuits de traction, les circuits auxiliaires, les circuits de commande et de contrôle, etc., sur le matériel roulant.

NOTE – Après accord entre utilisateur et fabricant, certaines règles peuvent être utilisées pour l'équipement électrique installé sur d'autres véhicules tels que les locomotives de mine, trolleybus, etc.

Cette norme a pour objet d'harmoniser dans la mesure du possible l'ensemble des règles et des prescriptions de caractère général applicables aux équipements électriques du matériel roulant; cela de manière à uniformiser les prescriptions et des essais de la gamme complète des matériels correspondants et à éviter d'avoir à effectuer des essais suivant des normes différentes.

L'ensemble des prescriptions relatives

- aux contraintes dues à l'environnement sous les conditions normales d'utilisation;
- à la construction;
- aux performances et aux essais correspondants qui peuvent être considérés comme généraux,

ont donc été rassemblées dans la présente norme avec les sujets d'intérêt et d'application d'ordre général comme les échauffements, les propriétés diélectriques, etc.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60050(151):1978, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 151: Dispositifs électriques et magnétiques*

CEI 60050(441):1984, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Chapitre 441: Appareillage et fusibles*

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

CEI 60056:1987, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 60068-2-1:1990, *Essais d'environnement – Deuxième partie: Essais – Essais A: Froid*

RAILWAY APPLICATIONS – ELECTRIC EQUIPMENT FOR ROLLING STOCK –

Part 1: General service conditions and general rules

1 Scope and object

This International Standard specifies the general service conditions and requirements for all electric equipment installed in power circuits, auxiliary circuits, control and indicating circuits etc., on rolling stock.

NOTE – Certain of these rules may, after agreement between the user and the manufacturer, be used for electrical equipment installed on other vehicles such as mine locomotives, trolley buses, etc.

The purpose of this standard is to harmonize as far as practicable all rules and requirements of a general nature applicable to electric equipment for rolling stock. This is in order to obtain uniformity of requirements and tests throughout the corresponding range of equipment to avoid the need for testing to different standards.

All requirements relating to

- the environmental stresses expected during the normal service conditions;
- the construction;
- the performance and the associated tests which can be considered as general;

have therefore been gathered in this standard together with specific subjects of wide interest and application, for example temperature rise, dielectric properties, etc.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60050(151):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050(441):1984, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 441: Switchgear, controlgear and fuses*

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

IEC 60056:1987, *High-voltage alternating-current circuit-breakers*

IEC 60068-2-1:1990, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests A: Cold*

CEI 60068-2-2:1974, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essais B: Chaleur sèche*

CEI 60068-2-3:1969, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ca: Essai continu de chaleur humide*

CEI 60068-2-52:1996, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Kb: Brouillard salin, essai cyclique (solution de chlorure de sodium)*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60085:1984, *Evaluation et classification thermiques de l'isolation électrique*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60364-4-41:1992, *Installations électriques des bâtiments – Quatrième partie: Protection pour assurer la sécurité – Chapitre 41: Protection contre les chocs électriques*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI/TR 60536:1976, *Classification des matériels électriques et électroniques en ce qui concerne la protection contre les chocs électriques*

CEI 60587:1984, *Méthode d'essai pour évaluer la résistance au cheminement et à l'érosion des matériaux isolants électriques utilisés dans des conditions ambiantes sévères*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60721-3-5:1997, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 5: Installations des véhicules terrestres*

CEI 60850:1988, *Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

CEI 61133:1992, *Traction électrique – Matériel roulant – Méthodes d'essai des véhicules ferroviaires électriques et thermo-électriques après achèvement et avant mise en service*

CEI 61373:1999, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Essais de chocs et de vibrations*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Tests B: Dry heat*

IEC 60068-2-3:1969, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ca: Damp heat, steady state*

IEC 60068-2-52:1996, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Kb: Salt mist, cyclic (sodium chloride solution)*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60085:1984, *Thermal evaluation and classification of electrical insulation*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60364-4-41:1992, *Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electric shock*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC/TR 60536:1976, *Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock*

IEC 60587:1984, *Test method for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60721-3-5:1997, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 5: Ground vehicle installations*

IEC 60850:1988, *Supply voltages of traction systems*

IEC 61133:1992, *Electric traction – Rolling stock – Test methods for electric and thermal/electric rolling stock on completion of construction and before entry into service*

IEC 61373:1999, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests*