



IEC 61991

Edition 2.0 2019-05

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Railway applications – Rolling stock –
Protective provisions against electrical hazards**

**Applications ferroviaires – Matériel roulant –
Dispositions de protection contre les dangers électriques**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 45.060.01

ISBN 978-2-8322-6596-3

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	7
2 Normative references	7
3 Terms, definitions and abbreviated terms	8
3.1 Terms and definitions.....	8
3.1.1 Definitions concerning persons	8
3.1.2 Other definitions	8
3.2 Abbreviated terms.....	12
4 Classification of voltage bands	12
4.1 General principles.....	12
4.2 Connections between circuits.....	13
4.3 Exceptions	13
5 Protective provisions against direct contact	14
5.1 General.....	14
5.2 Protection by insulation.....	14
5.3 Protection by prevention of access.....	14
5.3.1 Voltages in bands I to III.....	14
5.3.2 Voltages in band IV	15
5.4 Protection by the use of band I (ELV).....	16
5.4.1 Requirements for systems of band I (SELV and PELV).....	16
5.4.2 Additional requirements for SELV	16
5.4.3 Additional requirements for PELV	16
5.5 Warning labels.....	16
6 Protective provisions against indirect contact	17
6.1 General.....	17
6.2 Protective bonding	17
6.2.1 General	17
6.2.2 Equipotential bond.....	17
6.2.3 Protective bonding rating	17
6.2.4 Sliding contacts	18
6.3 Disconnection of the supply	18
6.3.1 Application.....	18
6.3.2 Disconnection characteristic	18
6.4 Main protective bonding	18
6.4.1 General	18
6.4.2 Bonding paths	18
6.4.3 Impedance.....	19
6.4.4 Contact line fault	20
6.5 Clarifications and exceptions with reference to indirect contact.....	20
6.5.1 Parts requiring protective provisions	20
6.5.2 Parts not requiring protective provisions	20
6.5.3 Multi-stage insulation.....	20
6.5.4 Floating supplies	21
6.5.5 Insulated wheel or levitation systems without a protective conductor	21
6.6 Additional requirements – Bearings.....	21

7	Power circuit.....	21
7.1	General principles.....	21
7.2	Power circuit insulated from the vehicle body or bogie	22
7.3	Power circuit using the vehicle body or bogie.....	22
8	Additional requirements.....	22
8.1	General.....	22
8.2	Current collectors	22
8.3	Capacitors	22
8.4	Plug and socket devices	23
8.4.1	Portable apparatus	23
8.4.2	Vehicle and intervehicle connectors.....	23
8.5	Special sources	24
8.5.1	General	24
8.5.2	Live parts not requiring protective provisions	24
8.5.3	Live parts requiring protective provisions.....	24
	Annex A (normative) List of items where contracting parties shall co-operate	25
	Annex B (informative) Special national conditions	26
B.1	General.....	26
B.2	France	26
B.3	Great Britain	26
B.3.1	Operate over 750 V DC third rail electrified lines	26
B.3.2	Bonding between rail vehicle main body to bogie	26
B.3.3	Intervehicle bonding	27
B.4	Japan.....	27
B.4.1	General	27
B.4.2	[6.4.4] Contact line fault.....	27
B.4.3	[8.4.1] Portable apparatus	27
	Annex C (informative) Example solutions for impedance management in electric multiple units (EMUs).....	28
C.1	Preventing absorption of return current in EMUs	28
C.2	Examples of solutions	29
	Bibliography.....	30
	Figure C.1 – Concentration of return current.....	28
	Figure C.2 – Attach earth resistors for long-length EMUs preventing current absorption	28
	Table 1 – Voltage bands	13
	Table 2 – Maximum impedance between each vehicle body of a unit and protective conductor of the fixed installation.....	19
	Table B.1 – Voltage bands.....	26

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Protective provisions against electrical hazards

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 61991 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 2000. This edition constitutes a technical revision. It is based on EN 50153:2014.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition:

- a) Replacement of several reference standards.
- b) Several terms and abbreviated terms are introduced;
- c) Table 2 – Voltage bands for France is moved to Annex B as Table B.1, Table 3 – Voltage bands for Italy is deleted;
- d) Annex B and Annex C are introduced.
- e) Annex B includes special national conditions.

The text of this International Standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
9/2467/FDIS	9/2487/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific document. At this date, the document will be

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

INTRODUCTION

It is generally accepted that safety depends on human factors, based on the normal behaviour of the operators involved, as well as upon technical factors.

For these reasons, this document leaves a choice to the contracting parties between two alternatives in several instances. These alternatives consist of either the provision of operating rules, regulations and procedures, or the application of technical measures such as mechanical or electrical interlocking devices.

A list of the cases for which the contracting parties (e.g. user and manufacturer) shall reach agreement before signing the contract is included in Annex A.

RAILWAY APPLICATIONS – ROLLING STOCK –

Protective provisions against electrical hazards

1 Scope

This document defines requirements applied in the design and manufacture of electrical installations and equipment to be used on rolling stock to protect persons from electric shocks.

This document is applicable to rolling stock of rail transport systems, road transport systems if they are powered by an external supply (e.g. trolley buses), magnetically levitated transport systems, and to the electrical equipment installed in these systems.

This document does not apply to:

- mine railways in mines,
- crane installations, moving platforms and similar transport systems on rails,
- funicular railways,
- temporary constructions.

The requirements for the fixed installations about the protection against the vehicles' potential are not covered in this document.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements 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 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC TS 60479-1, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

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

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

IEC 61310-1, *Safety of machinery – Indication, marking and actuation – Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals*

IEC 62128-1:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 1: Protective provisions against electric shock*

IEC 62313, *Railway applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock*

IEC 62497-1, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62995:2018, *Railway applications – Rolling Stock – Rules for installation of cabling*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	34
INTRODUCTION.....	36
1 Domaine d'application	37
2 Références normatives	37
3 Termes, définitions et termes abrégés	38
3.1 Termes et définitions	38
3.1.1 Définitions concernant les personnes	38
3.1.2 Autres définitions	38
3.2 Termes abrégés	42
4 Classification des classes de tension.....	42
4.1 Principes généraux	42
4.2 Connexions entre circuits.....	43
4.3 Exceptions	43
5 Mesures de protection contre les contacts directs.....	44
5.1 Généralités	44
5.2 Protection par isolation	44
5.3 Protection par prévention d'accès	44
5.3.1 Tensions des classes I à III	44
5.3.2 Tensions de la classe IV.....	45
5.4 Protection par l'emploi de la classe I (TBT).....	46
5.4.1 Exigences pour les systèmes de la classe I (TBTS et TBTP)	46
5.4.2 Exigences supplémentaires pour TBTS.....	47
5.4.3 Exigences supplémentaires pour TBTP.....	47
5.5 Avertissements de sécurité	47
6 Mesures de protection contre les contacts indirects.....	47
6.1 Généralités	47
6.2 Liaison de protection.....	48
6.2.1 Généralités	48
6.2.2 Liaison équipotentielle	48
6.2.3 Dimensionnement de la liaison de protection	48
6.2.4 Contacts glissants	48
6.3 Coupure de l'alimentation	48
6.3.1 Application.....	48
6.3.2 Caractéristique de coupure.....	49
6.4 Liaisons principales de protection	49
6.4.1 Généralités	49
6.4.2 Circuits de liaison	49
6.4.3 Impédance.....	50
6.4.4 Défaut de ligne de contact	50
6.5 Clarifications et exceptions avec référence aux contacts indirects.....	51
6.5.1 Parties nécessitant des mesures de protection	51
6.5.2 Parties ne nécessitant pas de mesures de protection	51
6.5.3 Isolation multi-niveaux	51
6.5.4 Alimentations flottantes	51
6.5.5 Systèmes à roues isolées ou à sustentation sans un conducteur de protection	52

6.6	Exigences complémentaires – Roulements	52
7	Circuit de puissance	52
7.1	Principes généraux	52
7.2	Circuit de puissance isolé de la caisse du véhicule ou du bogie	53
7.3	Circuit de puissance passant par la caisse du véhicule ou par le bogie	53
8	Exigences complémentaires	53
8.1	Généralités	53
8.2	Captage de courant	53
8.3	Condensateurs	54
8.4	Prises fixes et mobiles	54
8.4.1	Appareils portables	54
8.4.2	Connecteurs sur le véhicule et entre véhicules	55
8.5	Sources particulières	55
8.5.1	Généralités	55
8.5.2	Parties sous tension ne nécessitant pas de mesures de protection	55
8.5.3	Parties sous tension nécessitant des mesures de protection	55
Annexe A (normative) Liste des éléments pour lesquels les parties contractantes doivent coopérer		56
Annexe B (informative) Conditions nationales particulières		57
B.1	Généralités	57
B.2	France	57
B.3	Grande-Bretagne	57
B.3.1	Fonctionnement sur des lignes électrifiées par troisième rail à 750 V CC	57
B.3.2	Liaison entre la caisse principale du véhicule ferroviaire et le bogie	57
B.3.3	Liaisons entre véhicules	58
B.4	Japon	58
B.4.1	Généralités	58
B.4.2	[6.4.4] Défaut de ligne de contact	58
B.4.3	[8.4.1] Appareils portables	58
Annexe C (informative) Exemples de solutions pour la gestion de l'impédance dans les rames électriques multiples (EMU)		59
C.1	Prévenir l'absorption du retour de courant dans les EMU	59
C.2	Exemples de solutions	60
Bibliographie		61
Figure C.1 – Concentration du retour de courant		59
Figure C.2 – Attache des résistances de terre pour les EMU longs pour prévenir l'absorption du courant		59
Tableau 1 – Classes de tension		43
Tableau 2 – Impédance maximale entre chaque caisse de véhicule d'une rame et le conducteur de protection de l'installation fixe		50
Tableau B.1 – Classes de tension		57

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Dispositions de protection contre les dangers électriques

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC 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, l'IEC – 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 l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC 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 l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC 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 l'IEC. L'IEC 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 l'IEC, 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 l'IEC, 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 l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, 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 l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC 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 IEC 61991 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 2000. Cette édition constitue une révision technique. Elle est basée sur l'EN 50153:2014.

Cette édition inclut les changements techniques significatifs suivants par rapport à l'édition précédente:

- a) Remplacement de plusieurs références de normes.
- b) Ajout de plusieurs termes et termes abrégés.
- c) Le Tableau 2 – Classes de tension pour la France est déplacé dans l'Annex B comme Tableau B.1, le Tableau 3 – Classes de tension pour l'Italie est supprimé.

- d) L'Annexe B et l'Annexe C sont introduites.
- e) L'Annexe B inclut des conditions nationales particulières.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/2467/FDIS	9/2487/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.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

INTRODUCTION

Il est généralement admis que la sécurité dépend de facteurs humains, reposant sur le comportement normal des opérateurs impliqués, ainsi que de facteurs techniques.

C'est pour cette raison que, dans certains cas, le présent document laisse aux parties contractantes le choix entre deux possibilités. Ces possibilités correspondent, d'une part à la mise en place de modes opératoires, réglementations ou procédures, et d'autre part à la prise de mesures techniques comme des dispositifs de verrouillage mécaniques ou électriques.

Une liste des cas pour lesquels les parties contractantes (c'est-à-dire l'utilisateur et le fabricant) doivent conclure un accord préalable au contrat est donnée en Annexe A.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – MATÉRIEL ROULANT –

Dispositions de protection contre les dangers électriques

1 Domaine d'application

Le présent document définit les exigences appliquées, dans la conception et la fabrication des installations et équipements électriques à utiliser sur le matériel roulant, pour la protection des personnes contre les chocs électriques.

Le présent document est applicable aux matériels roulants des systèmes de transport sur rails, aux systèmes de transport routier, s'ils sont alimentés par une source extérieure (trolleybus), aux systèmes de transport à sustentation magnétique et aux équipements électriques installés dans ces systèmes.

Le présent document ne s'applique pas aux:

- chemins de fer miniers,
- installations de grues, plates-formes mobiles et systèmes de transport similaires sur rails,
- funiculaires,
- constructions provisoires.

Les exigences pour les installations fixes sur la protection contre le potentiel des véhicules ne sont pas couvertes dans le présent document.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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).

IEC 60364-4-41:2005, *Installations électriques à basse tension – Partie 4-41: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les chocs électriques*

IEC TS 60479-1, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 61140:2016, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*

IEC 61310-1, *Sécurité des machines – Indication, marquage et manœuvre – Partie 1: Exigences pour les signaux visuels, acoustiques et tactiles*

IEC 62128-1:2013, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques*

IEC 62313, *Applications ferroviaires – Alimentation électrique et matériel roulant – Critères techniques pour la coordination entre le système d'alimentation (sous-station) et le matériel roulant*

IEC 62497-1, *Applications ferroviaires – Coordination de l'isolement – Partie 1: Exigences fondamentales – Distances d'isolement dans l'air et lignes de fuite pour tout matériel électrique et électronique*

IEC 62995:2018, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Règles d'installation du câblage*