

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit –

Part 1: Protective provisions against electric shock

Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour –

Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE **XD**
CODE PRIX

ICS 45.060

ISBN 978-2-8322-1040-6

**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.....	7
1 Scope.....	9
2 Normative references	9
3 Terms and definitions	10
3.1 Electrical safety and hazards.....	10
3.2 Earthing and equipotential bonding	13
3.3 Return circuit.....	14
3.4 Electric traction system	15
3.5 Contact line	17
3.6 Corrosion and corrosion protection.....	19
3.7 Current collection	19
3.8 Residual current devices	20
3.9 General terms	20
4 Contact line zone and current collector zone	21
4.1 Overhead contact line systems.....	21
4.2 Conductor rail systems	23
4.3 Trolleybus systems.....	23
5 Protective provisions against direct contact	24
5.1 General	24
5.2 Protection by clearance	25
5.2.1 Standing surface	25
5.2.2 Exceptions for working persons	27
5.2.3 Warning signs.....	27
5.2.4 Minimum height of overhead contact lines above roads	27
5.2.5 Feeders above loading roads.....	27
5.2.6 Clearance between live parts of overhead contact line systems and trees	28
5.3 Protection by protective obstacles	28
5.3.1 General	28
5.3.2 Obstacles for standing surfaces in public areas	29
5.3.3 Obstacles for standing surfaces in restricted areas.....	31
5.3.4 Protection degree for obstacles for low voltage.....	37
5.3.5 Anti-climbing provisions.....	37
5.4 Protective provisions allowing working under live conditions.....	37
5.4.1 General	37
5.4.2 Overhead contact lines for railways or tramways beneath structures	38
5.4.3 Overhead contact lines for trolley bus systems beneath structures	38
5.5 Specific protective provisions against electric shock in conductor rail systems.....	40
5.5.1 Location of conductor rail at platforms	40
5.5.2 Exceptions.....	40
5.5.3 Protection provisions in workshops.....	40
5.5.4 Protective boarding for conductor rails in restricted areas.....	40
5.5.5 Requirements for top contact conductor rails in public areas	41
5.5.6 Requirements for top contact conductor rails in restricted areas	41
5.6 Specific protective provisions against electric shock in systems in which the wheels of the vehicles are not used for return circuit	43

5.6.1	General	43
5.6.2	Railway systems	44
5.6.3	Trolleybus systems	44
6	Protective provisions against indirect contact	45
6.1	General	45
6.2	Protective provisions for exposed conductive parts within the contact line zone or the current collector zone	45
6.2.1	AC traction systems	45
6.2.2	DC traction systems	45
6.2.3	Exceptions for low voltage traction systems	46
6.2.4	Anchors of non-conductive masts	47
6.3	Protective provisions for wholly or partly conductive structures	47
6.3.1	Structures in the overhead contact line zone or the current collector zone	47
6.3.2	Parts in the vicinity of the railways	48
7	Protective provisions for low voltage non-traction power supplies	48
7.1	General	48
7.2	Related provisions	49
7.3	Protective provisions for electrical installations in the overhead contact line zone or the current collector zone	49
7.3.1	Exposed conductive parts	49
7.3.2	Equipment of protection Class II	50
7.4	Protective provisions for installations which are endangered by the traction power supply return circuit	50
7.4.1	Design of auxiliary power supply	50
7.4.2	Low voltage power supply by TT system	51
7.4.3	Low voltage power supply by TN system	51
7.4.4	Special provisions	52
8	Protective provisions where track systems, which are utilized for carrying traction return current, or/and contact line systems pass through hazardous zones	57
8.1	General	57
8.2	Equipotential bonding	58
8.3	Parallel pipework	58
8.4	Insulating joints	59
8.5	Surge arrester	59
8.6	Contact line of loading sidings	59
9	Limits for touch voltage and protective provisions against the danger of rail potential	60
9.1	General	60
9.1.1	Rail potential	60
9.1.2	Body voltage and touch voltage	60
9.1.3	Touch voltage at vehicles	60
9.1.4	Fault duration condition	61
9.1.5	Voltage limits and time duration aspects	61
9.2	Touch voltage limits in a.c. traction systems	61
9.2.1	General	61
9.2.2	AC voltage limits for the safety of persons	61
9.3	Touch voltage limits in d.c. traction systems	64
9.3.1	General	64
9.3.2	DC voltage limits for the safety of persons	65

9.4	Access control.....	67
10	Additional protective provisions	67
10.1	Traction substations and traction switching stations	67
10.2	Cables.....	67
10.2.1	General requirements.....	67
10.2.2	Cables in a.c. traction power supply systems.....	67
10.2.3	Cables in d.c. traction power supply systems.....	67
10.3	Return circuit connections and earthing conductors.....	68
10.3.1	General requirements.....	68
10.3.2	Continuity of the return circuit.....	68
10.3.3	Cross-bonding of the return circuit.....	68
10.3.4	Railway systems in which the traction current is confined within insulated conductors.....	69
10.4	Removing of decommissioned overhead contact lines	69
10.5	Means of achieving safe isolation between sections	69
10.5.1	Section insulators.....	69
10.5.2	Isolating gaps.....	69
10.6	Lightning protection.....	69
Annex A	(informative) Typical obstacles.....	70
Annex B	(normative) Warning sign.....	72
Annex C	(informative) Guiding values for rail potential gradient	73
Annex D	(informative) Effective touch voltage and body voltage with respect to the body current	75
Annex E	(normative) Measurement methods for effective touch voltages	81
Annex F	(normative) The use of voltage-limiting devices.....	82
Annex G	(normative) Special national conditions	84
Annex H	(normative) A-deviations.....	86
Annex I	(informative) Principles for the return circuit of a.c. railways.....	87
Bibliography	89
Figure 1	– Overhead contact line zone and current collector zone.....	23
Figure 2	– Overhead contact line zone and current collector zone for trolley bus systems	24
Figure 3	– Minimum clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for low voltages	26
Figure 4	– Minimum clearances to accessible live parts on the outside of vehicles as well as to live parts of overhead contact line systems from standing surfaces accessible to persons for high voltages.....	26
Figure 5	– Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to overhead contact line systems.....	28
Figure 6	– Standing surfaces for persons providing access to live parts on the outside of vehicles and to conductor rail systems.....	29
Figure 7	– Examples of obstacles for standing surfaces in public areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system	30
Figure 8	– Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for low voltages.....	33

Figure 9 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact with adjacent live parts on the outside of vehicles or adjacent live parts of a contact line system for high voltages	34
Figure 10 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of a contact line system for low voltage.....	36
Figure 11 – Examples of obstacles for standing surfaces in restricted areas for protection against direct contact when above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for high voltage	37
Figure 12 – Example of an insulated obstacle beneath a structure	38
Figure 13 – Example of an insulated obstacle beneath a structure for an unearthed trolley bus system	39
Figure 14 – Example of an insulated obstacle beneath a structure for a trolley bus system in which the negative contact wire is earthed or connected to the return circuit of a tramway system	40
Figure 15 – Public and private level crossings	41
Figure 16 – Trackside structures	42
Figure 17 – Signal-post with telephone	42
Figure 18 – Authorized trackside walking route	43
Figure 19 – Railway controlled crossing (depots, goods yard, station crossing).....	43
Figure 20 – TT system for a.c. railways.....	53
Figure 21 – TN system for a.c. railways	54
Figure 22 – TT system for d.c. railways.....	56
Figure 23 – TN system for d.c. railways	57
Figure 24 – Disposition of rail-to-rail cross-bonds and track-to-track cross-bonds (double-rail illustration) and connection of the contact line in case of the loading siding having a contact line	58
Figure 25 – Location of a surge arrester outside the overhead contact line zone of a loading siding if there is a possibility of flashovers of the insulating pieces through lightning strikes.....	59
Figure 26 – Design of return circuit, with regard to permissible effective touch voltage by checking the rail potential or the effective touch voltage.....	64
Figure A.1 – Examples of obstacles along the sides of standing surfaces in public areas for protection against direct contact when they are above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for low voltages (see 5.3.2.2)	70
Figure A.2 – Examples of obstacles along the sides of standing surfaces in public areas for protection against direct contact when they are above live parts on the outside of vehicles or live parts of an overhead contact line system for high voltages (see 5.3.2.2)	71
Figure B.1 – Warning sign.....	72
Figure C.1 – Guidance values for the rail potential gradient measured at the mast in a right angle to the track in an a.c. traction system	73
Figure D.1 – Equivalent circuit for the calculation of the permissible touch voltage	77
Figure G.1 – Overhead contact line zone at platforms, workshops and similar locations.....	85
Figure I.1 – Principle for limited touch voltage by earthing the return circuit (railway integrated earthing system).....	87
Figure I.2 – Principle for limited access.....	88

Table 1 – Maximum dimensions for small conductive parts	47
Table 2 – Kinds of auxiliary supplies	50
Table 3 – Maximum permissible body voltages $U_{b, \max}$ in a.c. traction systems as a function of time duration	61
Table 4 – Maximum permissible effective touch voltages $U_{te, \max}$ in a.c. traction systems as a function of time duration	62
Table 5 – Maximum permissible body voltages $U_{b, \max}$ in d.c. traction systems as a function of time duration	65
Table 6 – Maximum permissible effective touch voltages $U_{te, \max}$ in d.c. traction systems as a function of time duration	66
Table C.1 – Guidance values for the rail potential gradient (see Figure C.1)	74
Table D.1 – Body impedance Z_b and body current I_b	76
Table D.2 – Example of the maximum permissible prospective touch voltage for a.c. railways for short-term conditions and $R_a = 1\ 150\ \Omega$	78
Table D.3 – Body currents, body voltages and touch voltages as function of time duration in a.c. traction systems.....	79
Table D.4 – Body currents, body voltages and touch voltages as function of time duration in d.c. traction systems.....	80

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**RAILWAY APPLICATIONS –
FIXED INSTALLATIONS –
ELECTRICAL SAFETY, EARTHING AND THE RETURN CIRCUIT –****Part 1: Protective provisions against electric shock**

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 62128-1 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This second edition cancels and replaces the first edition issued in 2003. It constitutes a technical revision.

The main technical changes with regard to the previous edition are a consequence of the revision of the related European Standard, EN 50122-1. Main changes are the restructuring of all clauses and changes in the touch voltages limits.

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

FDIS	Report on voting
9/1803/FDIS	9/1837/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.

A list of all parts in the IEC 62128 series, published under the general title *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit*, can be found on the IEC website.

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.

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – ELECTRICAL SAFETY, EARTHING AND THE RETURN CIRCUIT –

Part 1: Protective provisions against electric shock

1 Scope

This part of IEC 62128 specifies requirements for the protective provisions relating to electrical safety in fixed installations associated with a.c. and/or d.c. traction systems and to any installations that can be endangered by the traction power supply system.

It also applies to all aspects of fixed installations that are necessary to ensure electrical safety during maintenance work within electric traction systems.

This standard applies to all new lines and to all major revisions to existing lines for the following electric traction systems:

- a) railways;
- b) guided mass transport systems such as
 - 1) tramways,
 - 2) elevated and underground railways,
 - 3) mountain railways,
 - 4) trolleybus systems, and
 - 5) magnetically levitated systems, which use a contact line system,
- c) material transportation systems.

This standard does not apply to:

- d) mine traction systems in underground mines;
- e) cranes, transportable platforms and similar transportation equipment on rails, temporary structures (e.g. exhibition structures) in so far as these are not supplied directly or via transformers from the contact line system and are not endangered by the traction power supply system;
- f) suspended cable cars;
- g) funicular railways.

This standard does not specify working rules for maintenance.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

NOTE Normative references are made to IEC standards. For some references the IEC standards do not exist. In these cases, references are made to European Standards which are normative for Europe. For non-European countries these references are only informative and therefore listed in the bibliography.

IEC 60364-4-41:2005, *Low-voltage electrical installations – Part 4-41: Protection for safety – Protection against electric shock*

IEC/TS 60479-1:2005, *Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*
Amendment 1:1999

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

IEC 60898-1:2002, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations – Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IEC 60913:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electric traction overhead contact lines*

IEC 61140:2001, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*
Amendment 1:2004

IEC 61936-1:2010, *Power installations exceeding 1 kV a.c. – Part 1: Common rules*

IEC 61991:2000, *Railway applications – Rolling stock – Protective provisions relating to electrical hazards*

IEC 62128-2, *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 2: Provisions against the effects of stray currents caused by d.c. traction systems*

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*

IEC 62497-1:2010, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment*

IEC 62724: –, *Railway applications – Fixed installations – Electric traction – Insulating synthetic rope assemblies for support of overhead contact lines*¹

ISO 3864-1:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Part 1: Design principles for safety signs and safety markings*

ISO 7010:2011, *Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs*

¹ To be published.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	95
1 Domaine d'application	97
2 Références normatives	97
3 Termes et définitions	99
3.1 Sécurité et dangers électriques	99
3.2 Mise à la terre et liaison équipotentielle	101
3.3 Circuit de retour	102
3.4 Système de traction électrique	104
3.5 Ligne de contact	105
3.6 Corrosion et protection contre la corrosion	107
3.7 Captage de courant	108
3.8 Dispositifs (de coupure) différentiels, dispositifs (à courant) différentiels résiduels	108
3.9 Termes généraux	109
4 Zone de ligne de contact et zone de captage du courant	109
4.1 Systèmes de lignes aériennes de contact	109
4.2 Systèmes de rails de contact	112
4.3 Réseaux de trolleybus	112
5 Mesures de protection contre les contacts directs	113
5.1 Généralités	113
5.2 Protection par isolement	114
5.2.1 Aire de passage	114
5.2.2 Exceptions pour les travailleurs	116
5.2.3 Signaux d'avertissement	116
5.2.4 Hauteur minimale des lignes aériennes de contact au-dessus des routes	116
5.2.5 Lignes d'alimentation situées au-dessus d'aires de chargement	117
5.2.6 Distance d'isolement entre les parties sous tension des systèmes de lignes aériennes de contact et les arbres	117
5.3 Protection par obstacles de protection	117
5.3.1 Généralités	117
5.3.2 Obstacles pour les aires de passage dans les zones accessibles au public	119
5.3.3 Obstacles pour les aires de passage dans les zones non accessibles au public	121
5.3.4 Degré de protection pour des obstacles en basse tension	127
5.3.5 Protections contre l'escalade	127
5.4 Mesures de protection pour un travail sous tension	127
5.4.1 Généralités	127
5.4.2 Lignes aériennes de contact pour chemins de fer ou tramways situées au-dessous de structures	128
5.4.3 Lignes aériennes de contact pour des trolleybus situées au-dessous de structures	129
5.5 Mesures de protection spécifiques contre les chocs électriques au niveau des rails de contact	130
5.5.1 Emplacement du rail de contact sur les quais	130
5.5.2 Exceptions	130
5.5.3 Mesures de protection dans les ateliers	130

5.5.4	Capot de protection des rails de contact dans les zones non accessibles au public.....	131
5.5.5	Exigences concernant les rails de contact avec captage du courant par le dessus dans les zones accessibles au public.....	131
5.5.6	Exigences concernant les rails de contact avec captage du courant par le dessus dans les zones non accessibles au public.....	132
5.6	Mesures de protection spécifiques contre les chocs électriques dans les systèmes où les roues des matériels roulants ne sont pas utilisées comme circuit de retour.....	134
5.6.1	Généralités.....	134
5.6.2	Réseaux ferroviaires.....	134
5.6.3	Réseaux de trolleybus.....	135
6	Mesures de protection contre les contacts indirects.....	135
6.1	Généralités.....	135
6.2	Mesures de protection pour les parties conductrices accessibles dans la zone de la ligne de contact ou la zone de captage de courant.....	136
6.2.1	Systèmes de traction en courant alternatif.....	136
6.2.2	Réseaux de traction en courant continu.....	136
6.2.3	Exceptions pour les systèmes de traction à basse tension.....	137
6.2.4	Ancrage des mâts non conducteurs.....	137
6.3	Mesures de protection des structures entièrement ou partiellement conductrices.....	138
6.3.1	Structures situées dans la zone de la ligne aérienne de contact ou la zone de captage de courant.....	138
6.3.2	Structures à proximité des chemins de fer.....	139
7	Mesures de protection pour les alimentations électriques basse tension non destinées à la traction.....	139
7.1	Généralités.....	139
7.2	Mesures afférentes.....	140
7.3	Mesures de protection des installations électriques situées dans la zone de la ligne aérienne de contact ou dans la zone de captage de courant.....	141
7.3.1	Parties conductrices accessibles.....	141
7.3.2	Appareil de protection de classe II.....	141
7.4	Mesures de protection pour les installations mises en danger par le circuit de retour d'alimentation de traction.....	141
7.4.1	Conception de l'alimentation auxiliaire.....	141
7.4.2	Alimentation en basse tension par un schéma TT.....	142
7.4.3	Alimentation en basse tension par un schéma TN.....	143
7.4.4	Mesures particulières.....	143
8	Mesures de protection lorsque des voies écoulant du courant de retour de traction et/ou des lignes de contact traversent des zones dangereuses.....	148
8.1	Généralités.....	148
8.2	Liaison équipotentielle.....	149
8.3	Conduite parallèle.....	149
8.4	Joint d'isolation.....	150
8.5	Parafoudre.....	150
8.6	Ligne de contact des voies de débord.....	150
9	Limites pour la tension de contact et mesures de protection contre les dangers liés à la tension rail/sol.....	151
9.1	Généralités.....	151
9.1.1	Tension rail/sol.....	151

9.1.2	Tension à travers le corps et tension de contact	151
9.1.3	Tension de contact sur les matériels roulants	151
9.1.4	Durée du défaut.....	152
9.1.5	Limites de tension et durée.....	152
9.2	Limites de la tension de contact dans les réseaux de traction en courant alternatif.....	152
9.2.1	Généralités.....	152
9.2.2	Limites de tension en courant alternatif pour la sécurité des personnes	152
9.3	Limites de la tension de contact dans les réseaux de traction en courant continu	157
9.3.1	Généralités.....	157
9.3.2	Limites de tension en courant continu pour la sécurité des personnes	157
9.4	Contrôle d'accès.....	159
10	Mesures de protection complémentaires.....	159
10.1	Sous-stations et postes de sectionnement de traction	159
10.2	Câbles.....	159
10.2.1	Exigences générales	159
10.2.2	Câbles dans les systèmes d'alimentation de traction en courant alternatif	159
10.2.3	Câbles dans les systèmes d'alimentation de traction en courant continu	159
10.3	Liaisons du circuit de retour et conducteurs de terre.....	160
10.3.1	Exigences générales	160
10.3.2	Continuité du circuit de retour.....	160
10.3.3	Liaisons transversales du circuit de retour.....	161
10.3.4	Réseaux ferroviaires dans lesquels le courant de traction est confiné dans des conducteurs isolés.....	161
10.4	Dépose des lignes aériennes de contact mises hors service.....	161
10.5	Dispositions particulières pour assurer l'isolation en toute sécurité entre les sections.....	161
10.5.1	Isolateurs de section	161
10.5.2	Sectionnements.....	161
10.6	Protection contre la foudre	162
Annexe A (informative)	Obstacles typiques	163
Annexe B (normative)	Signal d'avertissement	165
Annexe C (informative)	Valeurs guide pour le gradient de tension rail/sol	166
Annexe D (informative)	Tension de contact effective et tension à travers le corps en fonction du courant à travers le corps	168
Annexe E (normative)	Méthodes de mesure des tensions de contact effectives	174
Annexe F (normative)	Utilisation des limiteurs de tension	175
Annexe G (normative)	Conditions nationales particulières.....	177
Annexe H (normative)	Divergences-A	179
Annexe I (informative)	Principes du circuit de retour d'un réseau ferroviaire en courant alternatif	180
Bibliographie.....		183
Figure 1 –	Zone de la ligne aérienne de contact et zone de captage de courant.....	111

Figure 2 – Zone de la ligne aérienne de contact et zone de captage de courant pour les réseaux de trolleybus	113
Figure 3 – Distances d'isolement minimales par rapport aux parties sous tension accessibles à l'extérieur des matériels roulants, ainsi que par rapport aux parties sous tension de systèmes de lignes aériennes de contact, à partir des aires de passage accessibles aux personnes pour des basses tensions.....	115
Figure 4 – Distances d'isolement minimales par rapport aux parties sous tension accessibles à l'extérieur des matériels roulants, ainsi que par rapport aux parties sous tension de systèmes de lignes aériennes de contact, à partir des aires de passages accessibles aux personnes pour des hautes tensions	115
Figure 5 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux matériels roulants et à des systèmes de lignes aériennes de contact.....	118
Figure 6 – Aires de passage permettant l'accès des personnes à des parties sous tension extérieures aux matériels roulants et à des systèmes à rail de contact	118
Figure 7 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones accessibles au public, pour la protection contre des contacts directs avec des parties sous tension adjacentes situées à l'extérieur des matériels roulants ou des parties sous tension adjacentes d'un système de ligne de contact	120
Figure 8 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public, pour la protection contre des contacts directs avec des parties sous tension adjacentes situées à l'extérieur des matériels roulants ou des parties sous tension adjacentes d'un système de ligne de contact en basse tension	123
Figure 9 – Exemples d'obstacles pour aires de passage en zones non accessibles au public, pour la protection contre des contacts directs avec des parties sous tension adjacentes situées à l'extérieur des matériels roulants ou des parties sous tension adjacentes d'un système de ligne de contact en haute tension	124
Figure 10 – Exemples d'obstacles pour des aires de passage en zones non accessibles au public, pour la protection contre les contacts directs lorsque ces aires se situent au-dessus des parties sous tension situées à l'extérieur des matériels roulants ou au-dessus des parties sous tension d'un système de ligne de contact en basse tension	126
Figure 11 – Exemples d'obstacles pour des aires de passage en zones non accessibles au public, pour la protection contre les contacts directs lorsque ces aires se situent au-dessus des parties sous tension situées à l'extérieur des matériels roulants ou au-dessus des parties sous tension d'un système de ligne aérienne de contact en haute tension.....	127
Figure 12 – Exemple d'un obstacle isolé placé sous une structure	128
Figure 13 – Exemple d'un obstacle isolé placé sous un ouvrage pour un réseau de trolleybus non relié à la terre	129
Figure 14 – Exemple d'un obstacle isolé placé sous un ouvrage pour un réseau de trolleybus dans lequel le fil de contact négatif est relié à la terre ou connecté au circuit de retour d'un réseau de tramway.....	130
Figure 15 – Passages à niveau publics et privés.....	131
Figure 16 – Construction en bord de voie.....	132
Figure 17 – Mât de signaux et/ou téléphones.....	133
Figure 18 – Chemin latéral autorisé	133
Figure 19 – Passage à niveau situé dans les emprises ferroviaires (dépôts, gare à marchandises, traversée en gare).....	134
Figure 20 – Schéma TT pour des réseaux ferroviaires en courant alternatif	144
Figure 21 – Schéma TN pour réseaux ferroviaires en courant alternatif	145
Figure 22 – Schéma TT pour des réseaux ferroviaires en courant continu.....	147

Figure 23 – Schéma TN pour des réseaux ferroviaires en courant continu	148
Figure 24 – Disposition des liaisons transversales de rail à rail et de voie à voie (exemple d'une double voie) et du schéma d'alimentation de la ligne de contact dans le cas d'une voie de débord avec ligne de contact	149
Figure 25 – Emplacement du parafoudre en dehors de la zone de la ligne aérienne de contact d'une voie de débord si la foudre est susceptible de provoquer l'amorçage des pièces isolantes	150
Figure 26 – Conception du circuit de retour, compte tenu de la tension de contact effective admissible, par vérification de la tension rail/sol ou de la tension de contact effective	156
Figure A.1 – Exemples d'obstacles le long des aires de passage en zones accessibles au public, pour la protection contre le contact direct lorsque ces aires se situent au-dessus des parties sous tension situées à l'extérieur des matériels roulants ou au-dessus des parties sous tension d'un système de ligne aérienne de contact en basse tension (voir 5.3.2.2)	163
Figure A.2 – Exemples d'obstacles le long des aires de passage en zones accessibles au public, pour la protection contre le contact direct lorsque ces aires se situent au-dessus de parties sous tension situées à l'extérieur des matériels roulants ou au-dessus de parties sous tension d'un système de ligne aérienne de contact pour les hautes tensions (voir 5.3.2.2)	164
Figure B.1 – Signal d'avertissement	165
Figure C.1 – Valeurs-guides pour le gradient de tension rail/sol mesuré au niveau du poteau perpendiculairement à la voie dans un réseau de traction en courant alternatif	166
Figure D.1 – Circuit équivalent pour le calcul de la tension de contact admissible	170
Figure G.1 – Zone de la ligne aérienne de contact sur les quais, les ateliers et emplacements analogues	178
Figure I.1 – Principes de la tension de contact limitée par mise à la terre du circuit de retour circuit (système de mise à la terre intégré au réseau ferroviaire)	181
Figure I.2 – Principes de l'accès limité	182
Tableau 1 – Dimensions maximales des petits éléments conducteurs	138
Tableau 2 – Types d'alimentations auxiliaires	142
Tableau 3 – Tensions à travers le corps maximales admissibles $U_{b, \max}$ dans les systèmes de traction en courant alternatif en fonction de la durée	153
Tableau 4 – Tensions de contact effectives maximales admissibles $U_{te, \max}$ dans les systèmes de traction en courant alternatif en fonction de la durée	154
Tableau 5 – Tensions à travers le corps maximales admissibles $U_{b, \max}$ dans les systèmes de traction en courant continu en fonction de la durée	157
Tableau 6 – Tensions de contact effectives maximales admissibles $U_{te, \max}$ dans les systèmes de traction en courant continu en fonction de la durée	158
Tableau C.1 – Valeurs-guides pour le gradient de tension rail/sol (voir Figure C.1)	167
Tableau D.1 – Impédance du corps Z_b et courant à travers le corps I_b	169
Tableau D.2 – Exemple de tension de contact présumée maximale admissible pour des réseaux ferroviaires en courant alternatif pour des conditions de courte durée et $R_a = 1\ 150\ \Omega$	171
Tableau D.3 – Courants et tensions à travers le corps, et tensions de contact en fonction de la durée pour des systèmes de traction en courant alternatif	172
Tableau D.4 – Courants et tensions à travers le corps, et tensions de contact en fonction de la durée pour des systèmes de traction en courant continu	173

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
INSTALLATIONS FIXES –
SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE, MISE À LA TERRE ET CIRCUIT DE RETOUR –****Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques****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 62128-1 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, parue en 2003, dont elle constitue une révision technique.

Les principales modifications techniques par rapport à l'édition précédente résultent de la révision de la norme Européenne correspondante, l'EN 50122-1. Les modifications majeures consistent en la restructuration de tous les articles et les modifications de limites de tensions de contact.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1803/FDIS	9/1837/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.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 62128, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

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.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – SÉCURITÉ ÉLECTRIQUE, MISE À LA TERRE ET CIRCUIT DE RETOUR –

Partie 1: Mesures de protection contre les chocs électriques

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 62128 spécifie les exigences relatives aux mesures de protection concernant la sécurité électrique dans les installations fixes associées à des systèmes de traction en courant alternatif et/ou continu et dans toutes les installations susceptibles d'être affectées par le système d'alimentation de traction.

Elle s'applique également à toutes les installations fixes qui sont nécessaires pour garantir la sécurité électrique lors des travaux de maintenance réalisés sur des systèmes de traction électrique.

La présente norme s'applique aux systèmes de traction électriques suivants pour toutes les lignes nouvelles et pour toutes les lignes existantes profondément remaniées:

- a) chemins de fer;
- b) réseaux de transport en commun guidés tels que
 - 1) tramways,
 - 2) chemins de fer aériens et souterrains,
 - 3) chemins de fer de montagne,
 - 4) trolleybus, et
 - 5) systèmes à sustentation magnétique, qui utilisent un système de ligne aérienne de contact,
- c) systèmes de transport de matériaux.

La présente norme ne s'applique pas aux:

- d) systèmes de traction des mines souterraines,
- e) grues, plates-formes transportables et matériels de transport similaires sur rails, structures temporaires (par exemple, dans les foires et expositions) dans la mesure où ils ne sont pas alimentés par les lignes aériennes de contact, directement ou par des transformateurs, ni affectés par le système d'alimentation de traction,
- f) téléphériques, télécabines,
- g) funiculaires.

La présente norme ne spécifie pas les règles de travail pour la maintenance.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

NOTE Les références normatives sont constituées de normes CEI. Pour certaines références, les normes CEI n'existent pas. Dans ce cas, il est fait référence aux normes européennes qui sont normatives pour l'Europe.

S'agissant des pays en dehors de l'Europe, ces références sont uniquement informatives et de ce fait figurent dans la Bibliographie.

CEI 60050-101, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 101: Mathématiques*

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

CEI/TS 60479-1:2005, *Effets du courant sur l'homme et les animaux domestiques – Partie 1: Aspects généraux*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*
Amendement 1:1999

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

CEI 60898-1:2002, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues – Partie 1: Disjoncteurs pour le fonctionnement en courant alternatif*

CEI 60913:2013, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Lignes aériennes de contact pour la traction électrique*

CEI 61140:2001, *Protection contre les chocs électriques – Aspects communs aux installations et aux matériels*
Amendement 1:2004

CEI 61936-1:2010, *Installations électriques en courant alternatif de puissance supérieure à 1 kV – Partie 1: Règles communes*

CEI 61991:2000, *Applications ferroviaires – Matériel roulant – Dispositions de protection contre les dangers électriques*

CEI 62128-2, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour – Partie 2: Mesures de protection contre les effets des courants vagabonds issus de la traction électrique à courant continu*

CEI 62305 (toutes les parties), *Protection contre la foudre*

CEI 62497-1:2010, *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 62724:– *Applications ferroviaires – Installations fixes – Traction électrique – Montages mettant en oeuvre des câbles synthétiques pour le support des lignes aériennes de contact*¹

ISO 3864-1:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Partie 1: Principes de conception pour les signaux de sécurité et les marquages de sécurité*

ISO 7010:2011, *Symboles graphiques – Couleurs de sécurité et signaux de sécurité – Signaux de sécurité enregistrés*

¹ A publier.