IEC 62848-2

Edition 1.0 2019-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications - DC surge arresters and voltage limiting devices - Part 2: Voltage limiting devices

Applications ferroviaires - Parafoudres et appareils limiteurs de tension pour réseaux à courant continu - Partie 2: Appareils limiteurs de tension

ICS 45.060.01

ISBN 978-2-8327-0808-8

IEC 62848-2:2019-06 (en-fr)



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2019 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC
The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications
The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, …). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC - webstore.iec.ch/advsearchform
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, …). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch
Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus des publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

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
1 Scope....6
2 Normative references....6
3 Terms and definitions....7
4 Classes of VLD....9
5 Characteristics and requirements of the VLDs....10
5.1 Marking....10
5.2 Service requirements....11
5.2.1 Normal outdoor service conditions....11
5.2.2 Normal indoor service conditions....11
5.2.3 Abnormal service conditions....11
5.3 General characteristics....12
5.4 Minimum requirements....12
5.4.1 Response time....12
5.4.2 Additional requirements for VLDs of Class 1....12
5.4.3 Additional requirements for VLDs of Classes 3 and 4....12
5.5 Electrical characteristics and thermal rating....12
5.6 Protection of VLDs against lightning....13
5.7 Command and control (Classes 3 and 4 only)....13
5.7.1 Local control....13
5.7.2 Remote signalling....13
5.7.3 Operation and alarm recordings....14
6 Type tests....14
6.1 General....14
6.2 Nominal triggering voltage U_{Tn} and non-triggering voltage U_W....15
6.2.1 Procedure for welding shut spark gap VLDs (Class 1)....15
6.2.2 Procedure for thyristor type VLDs (Class2)....16
6.2.3 Procedure for mechanical switching VLDs and for combined thyristors with mechanical switching devices VLDs (Class 3 and Class 4)....17
6.3 Leakage current....17
6.4 DC current withstand....18
6.4.1 General....18
6.4.2 DC rated current test....18
6.4.3 Short time withstand current test....19
6.5 AC current withstand characteristics (optional)....20
6.6 Response time characteristics....20
6.6.1 Response time for DC voltage....20
6.6.2 Response time for combined AC-DC voltage....22
6.7 Lightning current impulse withstand characteristics for VLDs exposed to direct lightning strikes....24
6.8 Recovery voltage test (Classes 3, 4)....25
6.9 Reverse voltage test (Class 2.1)....26
6.10 Dielectric tests for panel type voltage limiting devices (Classes 3 and 4)....27
6.10.1 Test conditions....27
6.10.2 Power-frequency voltage withstand test....27
6.11 Degree of protection of enclosures....27
6.12 Environmental tests for outdoor equipment....28

6.13 Determination of minimum current for safe short circuiting of Class 1 VLDs 28
7 Routine tests 29
7.1 General 29
7.2 VLDs of Classes 3 and 4 29
7.3 Dielectric tests for panel type voltage limiting devices 29
Annex A (informative) Preferred ranges of the principal properties of the VLDs 30
Bibliography 34

Figure 1 – Test circuit for testing of response time 21
Figure 2 – T_R evaluation 22
Figure 3 – Response time characteristic 22
Figure 4 – Test circuit for testing of response time T_R for combined AC-DC voltage 24
Figure 5 – Evaluation of response time T_R for combined AC-DC voltage 24
Figure 6 – Circuit for the recovery voltage test 26

Table 1 – Classes of voltage-limiting device 10
Table 2 – Type tests 15
Table 3 – Maximum response time as a function of DC voltages 20
Table 4 – Response time for combined AC-DC voltages 23
Table A.1 – Nominal triggering voltage U_{Tn} 30
Table A.2 – Instantaneous triggering voltage U_{TI} 30
Table A.3 – Rated current I_r 30
Table A.4 – Short time withstand current I_W 31
Table A.5 – Leakage current I_L 31
Table A.6 – Making and breaking capacity 31
Table A.7 – Lightning current impulse (8/20 µs) I_{imp-n} 31
Table A.8 – High current impulse 8/20 µs and 4/10 µs $I_{imp-high}$ 32
Table A.9 – High charge impulse I_{imp-hc} 32
Table A.10 – Current-time characteristic for safe short circuiting of Class 1 VLDs 32
Table A.11 – Preferred parameters for high charge impulse I_{imp-hc} 32
Table A.12 – Applicable tolerances according to IEC 61643-11:2011 33

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

_____

RAILWAY APPLICATIONS – DC SURGE ARRESTERS AND VOLTAGE LIMITING DEVICES –

Part 2: Voltage limiting devices

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 62848-2 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This document is based on EN 50526-2:2014.

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

FDIS	Report on voting
9/2492/FDIS	9/2503/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.

A list of all parts in the IEC 62848 series, published under the general title *Railway applications – DC surge arresters and voltage limiting devices*, can be found on the IEC website.

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.

A bilingual version of this publication may be issued at a later date.

RAILWAY APPLICATIONS – DC SURGE ARRESTERS AND VOLTAGE LIMITING DEVICES –

Part 2: Voltage limiting devices

1 Scope

This document applies to Voltage Limiting Devices (VLDs) to be applied in DC traction systems in order to comply with protective provisions against electric shock from DC, and combined AC – DC voltages, in accordance with the IEC 62128 series, taking into account stray current provisions.

VLDs operate in such a way as to connect the track return circuit of DC railway systems to the earthing system or to conductive parts within the overhead contact line zone or current collector zone.

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 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

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

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

IEC 60850:2014, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 61643-311, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT)*

IEC 61992-1:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 1: General*
IEC 61992-1:2006/AMD1:2014

IEC 61992-7:2006 (all parts), *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 7-x: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems*

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

IEC 62128-3:2013, *Railway applications – Fixed installations – Electrical safety, earthing and the return circuit – Part 3: Mutual Interaction of a.c. and d.c. traction systems*

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

IEC 62498-2, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 2: Fixed electrical installations*

IEC 62848-1:2016, *Railway applications – DC surge arresters and voltage limiting devices – Part 1: Metal-oxide surge arresters without gaps*

ISO 4287:1997, *Geometrical Product Specifications (GPS) -Surface texture: Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*

ISO 4892-1, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 1: General guidance*

ISO 4892-2, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 2: Xenon-arc lamps*

ISO 4892-3, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light sources – Part 3: Fluorescent UV lamps*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 38
1 Domaine d'application 40
2 Références normatives 40
3 Termes et définitions 41
4 Classes de VLD 43
5 Caractéristiques et exigences des VLD 45
5.1 Marquage 45
5.2 Exigences de fonctionnement en service 45
5.2.1 Conditions de service normales à l'extérieur 45
5.2.2 Conditions de service normales à l'intérieur 45
5.2.3 Conditions de service anormales 45
5.3 Caractéristiques générales 46
5.4 Exigences minimales 46
5.4.1 Temps de réponse 46
5.4.2 Exigences supplémentaires pour les VLD de classe 1 46
5.4.3 Exigences supplémentaires pour les VLD de classes 3 et 4 46
5.5 Caractéristiques électriques et données thermiques assignées 47
5.6 Protection des VLD contre la foudre 47
5.7 Commande et contrôle (classes 3 et 4 seulement) 47
5.7.1 Contrôle local 47
5.7.2 Signalisation à distance 47
5.7.3 Enregistrements des manœuvres et des alarmes 48
6 Essais de type 48
6.1 Généralités 48
6.2 Tension nominale de déclenchement U_{Tn} et tension de non-déclenchement U_W 49
6.2.1 Procédure pour les VLD à éclateurs à soudage (classe 1) 49
6.2.2 Procédure pour les VLD du type à thyristor (classe 2) 50
6.2.3 Procédure pour les VLD à commutation mécanique et pour les thyristors combinés munis de dispositifs de commutation mécanique (classes 3 et 4) 51
6.3 Courant de fuite 51
6.4 Courant continu de courte durée admissible 51
6.4.1 Généralités 51
6.4.2 Essai au courant continu assigné 52
6.4.3 Essai de tenue en courant de courte durée admissible 53
6.5 Caractéristiques de courant alternatif de courte durée admissible (facultatif) 53
6.6 Caractéristiques de temps de réponse 54
6.6.1 Temps de réponse pour une tension continue 54
6.6.2 Temps de réponse pour une tension alternative-continue combinée 56
6.7 Caractéristiques de tenue aux chocs de courant de foudre pour les VLD exposés à des coups de foudre directs 58
6.8 Essai de tension de rétablissement (classes 3 et 4) 59
6.9 Essai de tension inverse (classe 2.1) 60
6.10 Essais diélectriques pour les appareils limiteurs de tension du type sur châssis (classes 3 et 4) 60
6.10.1 Conditions d'essai 60

6.10.2 Essai de tenue à la tension à fréquence industrielle 60
6.11 Degré de protection des enveloppes 61
6.12 Essais d'environnement pour le matériel destiné à un usage extérieur 61
6.13 Détermination du courant minimal pour court-circuiter les VLD de classe 1 en toute sécurité 62
7 Essais individuels de série 62
7.1 Généralités 62
7.2 VLD de classes 3 et 4 63
7.3 Essais diélectriques pour les appareils limiteurs de tension du type sur châssis 63
Annexe A (informative) Plages préférentielles des principales propriétés des VLD 64
Bibliographie 68

Figure 1 – Circuit d'essai pour l'essai de temps de réponse 55
Figure 2 – Evaluation de T_R 55
Figure 3 – Caractéristiques de temps de réponse 56
Figure 4 — Circuit d'essai pour l'essai de temps de réponse T_R pour une tension alternative-continue combinée 57
Figure 5 — Evaluation du temps de réponse T_R pour une tension alternative-continue combinée 58
Figure 6 – Circuit d'essai pour l'essai de tension de rétablissement 59

Tableau 1 – Classes d'appareils limiteurs de tension 44
Tableau 2 — Essais de type 49
Tableau 3 – Temps de réponse maximal en fonction des tensions continues 54
Tableau 4 – Temps de réponse pour les tensions alternatives-continues combinées 56
Tableau A.1 – Tension nominale de déclenchement U_{Tn} 64
Tableau A.2 – Tension instantanée de déclenchement U_{Ti} 64
Tableau A.3 – Courant assigné I_r 64
Tableau A.4 – Courant de courte durée admissible I_W 65
Tableau A.5 – Courant de fuite I_L 65
Tableau A.6 – Pouvoir de fermeture et de coupure 65
Tableau A.7 – Choc de courant de foudre (8/20 µs) I_{imp-n} 65
Tableau A.8 – Choc de fort courant 8/20 µs et 4/10 µs $I_{imp-high}$ 66
Tableau A.9 – Choc de forte charge I_{imp-hc} 66
Tableau A.10 – Caractéristiques courant-temps pour court-circuiter les VLD de classe 1 en toute sécurité 66
Tableau A.11 – Paramètres préférentiels pour le choc de forte charge I_{imp-hc} 66
Tableau A.12 – Tolérances applicables selon l'IEC 61643-11:2011 67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

APPLICATIONS FERROVIAIRES – PARAFOUDRES ET APPAREILS LIMITEURS DE TENSION POUR RÉSEAUX À COURANT CONTINU –

Partie 2: Appareils limiteurs de tension

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 62848-2 a été établie par le comité d'études 9 de l'IEC : Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Le présent document est basé sur l'EN 50526-2:2014.

La présente version bilingue (2025-11) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2019-06.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62848, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires — Parafoudres et appareils limiteurs de tension pour réseaux à courant continu,* peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – PARAFOUDRES ET APPAREILS LIMITEURS DE TENSION POUR RÉSEAUX À COURANT CONTINU –

Partie 2: Appareils limiteurs de tension

1 Domaine d'application

Le présent document concerne les appareils limiteurs de tension (VLD, *Voltage Limiting Device*) destinés à être appliqués aux réseaux de traction en courant continu afin de satisfaire aux dispositions de protection contre les chocs électriques dus aux tensions continues et aux tensions alternatives-continues combinées, conformément à la série IEC 62128, en tenant compte des mesures contre les courants vagabonds.

Les VLD fonctionnent de manière à raccorder le circuit de retour de voie des réseaux ferroviaires en courant continu à un réseau de mise à la terre ou aux parties conductrices de la zone de la ligne aérienne de contact ou de la zone de captage de courant.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils 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 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension — Partie 1 : Définitions et exigences générales*

IEC 60085, *Isolation électrique — Evaluation et désignation thermiques*

IEC 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (code IP)*

IEC 60850:2014, *Applications ferroviaires — Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

IEC 61643-311, *Composants pour parafoudres basse tension — Partie 311 : Exigences de performance et circuits d'essai pour tubes à décharge de gaz (TDG)*

IEC 61992-1:2006, *Applications ferroviaires — Installations fixes — Appareillage à courant continu — Partie 1 : Généralités*
IEC 61992-1:2006/AMD1:2014

IEC 61992-7:2006 (toutes les parties), *Applications ferroviaires — Installation fixes — Appareillage à courant continu — Partie 7-x : Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu*

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 62128-3:2013, *Applications ferroviaires — Installations fixes — Sécurité électrique, mise à la terre et circuit de retour — Partie 3 : Interactions mutuelles entre systèmes de traction en courant alternatif et en courant continu*

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 62498-2, *Applications ferroviaires — Conditions d'environnement pour le matériel — Partie 2 : Installations électriques fixes*

IEC 62848-1:2016, *Applications ferroviaires — Parafoudres et appareils limiteurs de tension pour réseaux à courant continu — Partie 1 : Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur*

EN ISO 4287, *Spécification géométrique des produits (GPS) — Etat de surface : méthode du profil — Termes, définitions et paramètres d'état de surface*

ISO 4892-1, *Plastiques — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 1 : Lignes directrices générales*

ISO 4892-2, *Plastiques — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 2 : Lampes à arc au xénon*

ISO 4892-3, *Plastiques — Méthodes d'exposition à des sources lumineuses de laboratoire — Partie 3 : Lampes fluorescentes UV*