



IEC 62590

Edition 1.0 2010-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Railway applications – Fixed installations – Electronic power converters for substations

Applications ferroviaires – Installations fixes – Convertisseurs électroniques de puissance pour sous-stations

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XA

ICS 45.060

ISBN 978-2-88912-000-0

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
3.1 Semiconductor devices and combinations	9
3.2 Arms and connections	10
3.3 Controllability of converter arms and quadrants of operation	11
3.4 Commutation, quenching and commutation circuitry	11
3.5 Commutation characteristics	12
3.6 Rated values	15
3.7 Load capabilities	16
3.8 Specific voltages, currents and factors	16
3.9 Definitions related to virtual junction temperature	17
3.10 Cooling.....	18
3.11 Electromagnetic compatibility and harmonic distortion	19
4 Operation of semiconductor power equipment and valve devices.....	19
4.1 Classification of traction supply power converters and valves.....	19
4.1.1 Types of traction supply power converters	19
4.1.2 Purpose of conversion	19
4.1.3 Classification of semiconductor valve devices	19
4.2 Principal letter symbols	20
4.3 Basic calculation factors for line commutated converters.....	21
4.3.1 Voltage.....	21
4.3.2 Voltage characteristics and transition current	21
5 Service conditions	22
5.1 Code of identification of cooling method	22
5.1.1 Letter symbols to be used.....	22
5.1.2 Arrangement of letter symbols	22
5.2 Environmental conditions	23
5.2.1 Ambient air circulation	23
5.2.2 Normal service conditions.....	23
5.2.3 Special service conditions	24
5.3 Electrical service conditions	25
5.3.1 General	25
5.3.2 Limiting values as basis of rating	25
5.3.3 DC traction supply voltage.....	26
6 Converter equipment and assemblies	26
6.1 Electrical connections.....	26
6.2 Calculation factors.....	28
6.2.1 Current factor on the a.c. side	28
6.2.2 Voltage drop.....	29
6.3 Losses and efficiency	29
6.3.1 General	29
6.3.2 Included losses.....	29
6.4 Power factor	29

6.5	Direct voltage harmonic content	30
6.6	Electromagnetic compatibility (EMC)	30
6.7	Rated values for converters	30
6.7.1	General	30
6.7.2	Current values	31
6.7.3	Capability for unsymmetrical load of a 12-pulse converter in parallel connection	33
6.7.4	Semiconductor device failure conditions	33
6.8	Mechanical characteristics	33
6.8.1	General	33
6.8.2	Earthing	34
6.8.3	Degree of protection	34
6.9	Marking	34
6.9.1	Rating plate	34
6.9.2	Main circuit terminals	35
7	Tests	35
7.1	General	35
7.1.1	Performance of tests	35
7.1.2	Test schedule	35
7.2	Test specifications	36
7.2.1	Insulation tests	36
7.2.2	Light load functional test	38
7.2.3	Load test	38
7.2.4	Power loss determination	39
7.2.5	Temperature-rise test	39
7.2.6	Checking of auxiliary devices	40
7.2.7	Checking of the properties of the control equipment	40
7.2.8	Checking of the protective devices	40
7.2.9	Short-time withstand current test	41
7.2.10	Additional tests	41
Annex A (informative)	Information required	42
Annex B (informative)	Determination of the current capability through calculation of the virtual junction temperature	48
Annex C (informative)	Index of definitions	53
Bibliography		55
Figure 1	– Illustration of angles	14
Figure 2	– Voltage drop	21
Figure 3	– AC voltage waveform	26
Figure B.1	– Approximation of the shape of power pulses	49
Figure B.2	– Calculation of the virtual junction temperature for continuous load	50
Figure B.3	– Calculation of the virtual junction temperature for cyclic load	51
Table 1	– Letter symbols for cooling mediums and heat transfer agents	22
Table 2	– Letter symbols for methods of circulation	22
Table 3	– Connections and calculation factors for line commutated converters	28
Table 4	– Standardized duty classes	31

Table 5 – Semiconductor device failure conditions	33
Table 6 – Summary of tests	36
Table 7 – Insulation levels for a.c./d.c. converters	38
Table B.1 – Examples for typical applications	52

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – ELECTRONIC POWER CONVERTERS FOR SUBSTATIONS

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 62590 has been prepared by IEC technical committee 9: Electrical equipment and systems for railways.

This standard is based on EN 50328.

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

FDIS	Report on voting
9/1387/FDIS	9/1411/RVD

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

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

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

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

INTRODUCTION

Semiconductor converters for traction power supply differ from other converters for industrial use due to special electrical service conditions and due to the large range of load variation and the peculiar characteristics of the load.

For these reasons IEC 60146-1-1 does not fully cover the requirements of railway applications and the decision was taken to have a specific standard for this use.

Converter transformers for fixed installations of railway applications are covered by EN 50329.

Harmonization of the rated values and tests of the whole converter group are covered by IEC 62589.

RAILWAY APPLICATIONS – FIXED INSTALLATIONS – ELECTRONIC POWER CONVERTERS FOR SUBSTATIONS

1 Scope

This International Standard specifies the requirements for the performance of all fixed installations electronic power converters, using controllable and/or non-controllable electronic valves, intended for traction power supply.

The devices can be controlled by means of current, voltage or light. Non-bistable devices are assumed to be operated in the switched mode.

This Standard applies to fixed installations of following electric traction systems:

- railways,
- guided mass transport systems such as: tramways, light rail systems, elevated and underground railways, mountain railways, trolleybuses.

This Standard does not apply to

- cranes, transportable platforms and similar transportation equipment on rails,
- suspended cable cars,
- funicular railways.

This Standard applies to diode rectifiers, controlled rectifiers, inverters and frequency converters.

The equipment covered in this Standard is the converter itself.

2 Normative references

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

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 551: Power Electronics*

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

IEC 60146 (all parts), *Semiconductor convertors*

IEC 60146-1-2:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-2: Application guide*

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

IEC 60721 (all parts), *Classification of environmental conditions*

IEC 60850:2007, *Railway applications – Supply voltages of traction systems*

IEC 61000-2-4:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances*

IEC 61000-2-12:2003, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public medium-voltage power supply systems*

IEC 61992-7-1:2006, *Railway applications – Fixed installations – DC switchgear – Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Application guide*

IEC 62236 (all parts), *Railway applications – Electromagnetic compatibility*

IEC 62236-5:2008, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus*

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

EN 50329:2003, *Railway applications – Fixed installations – Traction transformers*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	59
INTRODUCTION	61
1 Domaine d'application	62
2 Références normatives	62
3 Termes et définitions	63
3.1 Dispositifs à semiconducteurs et combinaisons	63
3.2 Bras et connexions	64
3.3 Contrôlabilité des bras de convertisseur et quadrants de fonctionnement	65
3.4 Commutation, extinction et circuits de commutation	66
3.5 Caractéristiques de commutation	66
3.6 Valeurs assignées	69
3.7 Capacités sous charges	70
3.8 Tensions, courants et facteurs spécifiques	70
3.9 Définitions relatives à la température virtuelle de jonction	72
3.10 Refroidissement	72
3.11 Compatibilité électromagnétique et distorsion harmonique	73
4 Fonctionnement de l'équipement de puissance à semiconducteur et des valves	73
4.1 Classification des convertisseurs d'alimentation de traction et des valves	73
4.1.1 Types des convertisseurs d'alimentation de traction	73
4.1.2 Objet de la conversion	73
4.1.3 Classification des valves à semiconducteurs	74
4.2 Principaux symboles	74
4.3 Facteurs de calcul de base pour les convertisseurs commutés par le réseau	75
4.3.1 Tension	75
4.3.2 Caractéristiques de tension et courant de transition	75
5 Conditions de service	76
5.1 Code d'identification de la méthode de refroidissement	76
5.1.1 Symboles littéraux à utiliser	76
5.1.2 Disposition des symboles littéraux	77
5.2 Conditions liées à l'environnement	77
5.2.1 Circulation de l'air ambiant	77
5.2.2 Conditions de service normales	78
5.2.3 Conditions de service particulières	79
5.3 Conditions de fonctionnement électriques	79
5.3.1 Généralités	79
5.3.2 Valeurs limites des caractéristiques assignées de base	79
5.3.3 Tension d'alimentation du système de traction à courant continu	81
6 Convertisseur et ensembles de convertisseurs	81
6.1 Couplages électriques	81
6.2 Facteurs de calcul	82
6.2.1 Facteur de courant côté alternatif	82
6.2.2 Chute de tension	83
6.3 Pertes et rendement	83
6.3.1 Généralités	83
6.3.2 Pertes assimilées	83
6.4 Facteur de puissance	83

6.5	Résidu harmonique de la tension continue	84
6.6	Compatibilité électromagnétique (CEM).....	84
6.7	Valeurs assignées des convertisseurs	85
6.7.1	Généralités.....	85
6.7.2	Valeurs des courants	85
6.7.3	Capacité aux charges dissymétriques d'un convertisseur dodécaphasé connecté en parallèle.....	87
6.7.4	Conditions de défaillance des dispositifs à semiconducteurs	87
6.8	Caractéristiques mécaniques.....	88
6.8.1	Généralités.....	88
6.8.2	Mise à la terre	88
6.8.3	Degré de protection	88
6.9	Marques et indications	89
6.9.1	Plaque d'identification	89
6.9.2	Bornes du circuit principal	89
7	Essais	89
7.1	Généralités.....	89
7.1.1	Réalisation des essais.....	89
7.1.2	Programme d'essais	90
7.2	Modalités d'essais	90
7.2.1	Essais d'isolement.....	90
7.2.2	Essai de fonctionnement à puissance réduite	92
7.2.3	Essai en charge.....	93
7.2.4	Détermination des pertes.....	93
7.2.5	Essai d'échauffement	93
7.2.6	Vérification des dispositifs auxiliaires	94
7.2.7	Vérification des propriétés de l'équipement de commande	94
7.2.8	Vérification des protections	95
7.2.9	Essai de courant de tenue de courte durée.....	95
7.2.10	Essais supplémentaires.....	96
	Annexe A (informative) Informations requises	97
	Annexe B (informative) Détermination du courant admissible par calcul de la température virtuelle de jonction.....	103
	Annexe C (informative) Index des définitions	108
	Bibliographie.....	111
	Figure 1 – Illustration des angles	68
	Figure 2 – Chute de tension.....	76
	Figure 3 – Onde de tension alternative	80
	Figure B.1 – Forme approchée de l'impulsion de puissance	104
	Figure B.2 – Calcul de la température virtuelle de jonction pour une charge permanente	105
	Figure B.3 – Calcul de la température virtuelle de jonction pour des charges cycliques	106
	Tableau 1 – Symboles pour les fluides de refroidissement et d'échange thermique.....	76
	Tableau 2 – Symboles pour les méthodes de circulation	76
	Tableau 3 – Montages et facteurs de calcul des convertisseurs commutés par le réseau	82

Tableau 4 – Classes de service normalisées.....	85
Tableau 5 – Conditions de défaillance des dispositifs à semiconducteurs	87
Tableau 6 – Résumé des essais	90
Tableau 7 – Niveaux d'isolement des convertisseurs alternatif/continu.....	92
Tableau B.1 – Exemples d'applications types.....	107

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**APPLICATIONS FERROVIAIRES –
INSTALLATIONS FIXES –
CONVERTISSEURS ÉLECTRONIQUES
DE PUISSANCE POUR SOUS-STATIONS**

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 propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62590 a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériels et systèmes électriques ferroviaires.

Cette norme est basée sur l'EN 50328.

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
9/1387/FDIS	9/1411/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

INTRODUCTION

Les convertisseurs à semiconducteurs d'alimentation de traction diffèrent des autres convertisseurs à usage industriel en raison des conditions électriques particulières rencontrées en service, des grandes variations de charge et des caractéristiques particulières de la charge.

Pour ces raisons, les exigences propres aux applications ferroviaires ne sont pas intégralement traitées dans la CEI 60146-1-1 et il a été décidé de les traiter dans une Norme spécifique.

L'EN 50329 traite des transformateurs de convertisseurs des installations fixes du domaine ferroviaire.

La CEI 62589 traite de l'harmonisation des valeurs assignées et des essais des groupes convertisseurs complets.

APPLICATIONS FERROVIAIRES – INSTALLATIONS FIXES – CONVERTISSEURS ÉLECTRONIQUES DE PUISSANCE POUR SOUS-STATIONS

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie les exigences de qualité de fonctionnement de tous les convertisseurs de puissance électronique pour les installations fixes, utilisant des valves électroniques commandables et/ou non commandables et destinées à l'alimentation de traction.

Les appareils peuvent être commandés par un courant, une tension ou une lumière. Les appareils non bistables sont supposés fonctionner en mode commuté.

La présente Norme s'applique aux installations fixes des systèmes de traction électrique suivants:

- chemins de fer,
- systèmes guidés de transport de masse tel que: tramways, métros légers, chemins de fer aériens et souterrains, chemins de fer de montagne, trolleybus.

La présente norme ne s'applique pas:

- aux grues, plateformes transportables et autres matériels de transports similaires sur rails,
- aux téléphériques,
- aux funiculaires.

La présente Norme s'applique aux redresseurs à diodes, redresseurs commandés, onduleurs et convertisseurs de fréquence.

L'équipement traité dans la présente Norme est le convertisseur même.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 60050-551:1998, *Vocabulaire Electrotechnique International (VEI) – Partie 551: Électronique de puissance*

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

CEI 60146 (toutes les parties), *Convertisseurs à semiconducteurs*

CEI 60146-1-2:1991, *Convertisseurs à semiconducteurs – Spécifications communes et convertisseurs commutés par le réseau – Partie 1-2: Guide d'application*

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

CEI 60721 (toutes les parties), *Classification des conditions d'environnement*

CEI 60850:2007, *Applications ferroviaires – Tensions d'alimentation des réseaux de traction*

CEI 61000-2-4:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-4: Environnement – Niveaux de compatibilité dans les installations industrielles pour les perturbations conduites à basse fréquence*

CEI 61000-2-12:2003, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-12: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation moyenne tension*

CEI 61992-7-1:2006, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Appareillage à courant continu – Partie 7-1: Appareils de mesure, de contrôle et de protection pour usage spécifique dans les systèmes de traction à courant continu – Guide d'application.*

CEI 62236 (toutes les parties), *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique*

CEI 62236-5:2008, *Applications ferroviaires – Compatibilité électromagnétique – Partie 5: Emission et immunité des installations fixes d'alimentation de puissance et des équipements associés*

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*

EN 50329:2003, *Applications ferroviaires – Installations fixes – Transformateurs de traction*