

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE  
TECHNICAL  
SPECIFICATION

CEI  
IEC

TS 61287-2

Première édition  
First edition  
2001-10

---

---

**Convertisseurs de puissance embarqués  
sur le matériel roulant ferroviaire –**

**Partie 2:  
Informations techniques supplémentaires**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

**(standards.iteh.ai)  
Power converters installed on board  
railway rolling stock –**

**IEC TS 61287-2:2001**

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fe9267/iec-ts-61287-2-2001)

**Part 2:  
Additional technical information**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC/TS 61287-2:2001

## Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique. Des renseignements relatifs à cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- **Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**
- **IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**

- **Catalogue des publications de la CEI**

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI ([www.iec.ch/catlg-f.htm](http://www.iec.ch/catlg-f.htm)) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- **IEC Just Published**

Ce résumé des dernières publications parues ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- **Service clients**

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- **IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))**
- **Catalogue of IEC publications**

The on-line catalogue on the IEC web site ([www.iec.ch/catlg-e.htm](http://www.iec.ch/catlg-e.htm)) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- **IEC Just Published**

This summary of recently issued publications ([www.iec.ch/JP.htm](http://www.iec.ch/JP.htm)) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- **Customer Service Centre**

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

SPÉCIFICATION  
TECHNIQUE

CEI  
IEC

TECHNICAL  
SPECIFICATION

TS 61287-2

Première édition  
First edition  
2001-10

---

---

**Convertisseurs de puissance embarqués  
sur le matériel roulant ferroviaire –**

**Partie 2:  
Informations techniques supplémentaires**

**iTeh STANDARD PREVIEW**

**(standards.iteh.ai)  
Power converters installed on board  
railway rolling stock –**

**IEC TS 61287-2:2001**

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fefe9267/iec-ts-61287-2-2001)

**Part 2:  
Additional technical information**

© IEC 2001 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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

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

International Electrotechnical Commission  
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland  
e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch) IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE XD

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	8
1 Domaine d'application et aspect général.....	12
1.1 Domaine d'application .....	12
1.2 Catégories de convertisseurs .....	12
1.3 Information technique.....	12
1.4 Caractéristiques des convertisseurs .....	14
2 Références normatives.....	18
3 Convertisseurs directs.....	18
3.1 Redresseurs à commutation externe .....	18
3.2 Redresseurs autocommutés .....	50
3.3 Hacheurs .....	56
3.4 Onduleurs .....	96
4 Convertisseurs indirects .....	120
4.1 Classification des convertisseurs indirects.....	120
4.2 Circuits et comportement de base des convertisseurs indirects.....	120
4.3 Caractéristiques de base des convertisseurs indirects .....	120
4.4 Principe de commande des convertisseurs indirects.....	120
4.5 Convertisseurs indirects multiples .....	122
4.6 Analyse des convertisseurs indirects .....	122
5 Convertisseurs pour matériel roulant multisource.....	122
5.1 Classification des convertisseurs.....	122
5.2 Circuits et comportement de base des convertisseurs.....	122
5.3 Caractéristiques de base des convertisseurs .....	122
5.4 Principe de commande des convertisseurs .....	122
5.5 Convertisseurs à configurations multiples .....	122
5.6 Analyse des convertisseurs .....	122
Annexe A (normative) Représentations graphiques .....	124
Figure 1 – Connexions de base.....	20
Figure 2 – Connexions en cascade .....	20
Figure 3 – Circuit du redresseur à prendre en compte .....	22
Figure 4 – Plages des modes opératoires .....	24
Figure 5 – Circuit de base d'un redresseur homogène à étage unique .....	26
Figure 6 – Modèle d'une connexion générale en cascade à étages multiples .....	30
Figure 7 – Régulation de tension continue (voir figure A.7).....	32
Figure 8 – Courant alternatif côté ligne (voir figure A.11).....	34
Figure 9 – Facteur de puissance global (voir figure A.9) .....	36
Figure 10 – Facteur de déphasage (voir figure A.10).....	38
Figure 11 – Redresseur à étages multiples (redresseur en cascades à m étages) .....	42

## CONTENTS

FOREWORD .....	9
1 Scope and general aspects .....	13
1.1 Scope .....	13
1.2 Convertor categories .....	13
1.3 Technical information .....	13
1.4 Convertor characteristics .....	15
2 Normative references .....	19
3 Direct convertors .....	19
3.1 External commutated rectifiers .....	19
3.2 Self-commutated rectifiers .....	51
3.3 Choppers .....	57
3.4 Inverters .....	97
4 Indirect convertors .....	121
4.1 Classification of indirect convertors .....	121
4.2 Circuits and basic behaviour of indirect convertors .....	121
4.3 Basic characteristics of the indirect convertors .....	121
4.4 Control scheme of indirect convertors .....	121
4.5 Multiple indirect convertors .....	123
4.6 Analysis of indirect convertors .....	123
5 Convertors for multi-supply rolling stock .....	123
5.1 Classification of convertors .....	123
5.2 Circuits and basic behaviour of convertors .....	123
5.3 Basic characteristics of convertors .....	123
5.4 Control scheme of convertors .....	123
5.5 Multiple convertors .....	123
5.6 Analysis of convertors .....	123
Annex A (normative) Graphic representations .....	124
Figure 1 – Basic connections .....	21
Figure 2 – Cascade connections .....	21
Figure 3 – Rectifier circuit to be considered .....	23
Figure 4 – Ranges of operation modes .....	25
Figure 5 – Basic single-stage uniform bridge rectifier circuit .....	27
Figure 6 – Model for general multi-stage cascade connection .....	31
Figure 7 – DC voltage regulation (see figure A.7) .....	33
Figure 8 – AC line side current (see figure A.11) .....	35
Figure 9 – Total power factor (see figure A.9) .....	37
Figure 10 – Displacement factor (see figure A.10) .....	39
Figure 11 – Multi-stage rectifier (m-stage cascade rectifier) .....	43

Figure 12 – Circuit secondaire équivalent pour redresseur en cascade (étage de pleine tension) .....	23
Figure 13 – Redresseur à étage unique équivalent pour redresseur en cascade (étage de pleine tension) .....	44
Figure 14 – Circuit secondaire équivalent pour redresseur en cascade (étage à tension régulée) .....	24
Figure 15 – Redresseur à étage unique équivalent pour redresseur en cascade (étage à tension régulée) .....	46
Figure 16 – Modèle équivalent à deux étages .....	48
Figure 17 – Redresseur autocommuté monophasé (à pont intégral) .....	52
Figure 18 – Forme d'onde caractéristique du redresseur autocommuté .....	54
Figure 19 – Redresseurs de tension autocommutés multiples .....	54
Figure 20 – Configuration de base du redresseur de courant autocommuté .....	54
Figure 21 – Hacheur rhéostatique .....	58
Figure 22 – Circuit de base d'un hacheur abaisseur .....	58
Figure 23 – Forme d'onde de base d'un hacheur abaisseur .....	60
Figure 24 – Coefficient de l'ondulation du courant de sortie .....	64
Figure 25 – Circuit de base d'un hacheur élévateur .....	64
Figure 26 – Forme d'onde de base d'un hacheur élévateur .....	64
Figure 27 – Courbes caractéristiques de base de la commande d'un hacheur abaisseur .....	64
Figure 28 – Courbes caractéristiques de base de la commande d'un hacheur élévateur .....	66
Figure 29 – Configurations du circuit de base d'un hacheur multiphase et multiple .....	68
Figure 30 – Imprécision due à l'ondulation d'un courant de sortie .....	74
Figure 31 – Circuit côté entrée du hacheur .....	76
Figure 32 – Caractéristiques de la fréquence d'entrée .....	76
Figure 33 – Formes d'ondes des courants de sortie d'un hacheur .....	78
Figure 34 – Limites entre le mode continu et le mode intermittent .....	80
Figure 35 – Rapport entre les modes continu et intermittent du courant de sortie et le taux de conduction .....	80
Figure 36 – Imprécision due à l'ondulation du courant d'entrée .....	86
Figure 37 – Circuit côté sortie d'un hacheur .....	88
Figure 38 – Caractéristiques des fréquences de sortie .....	88
Figure 39 – Formes d'onde de l'intensité d'entrée d'un hacheur .....	90
Figure 40 – Rapport entre les modes continu/intermittent de l'intensité d'entrée et le taux de conduction .....	92
Figure 41 – Rapport entre les modes continu/intermittent de l'intensité d'entrée et le taux de conduction .....	92
Figure 42 – Onduleur de tension monophasé à pont intégral .....	98
Figure 43 – Onduleur de tension triphasé à pont intégral .....	100
Figure 44 – Configuration du circuit de base d'un onduleur de tension .....	100
Figure 45 – Onduleur monophasé à pont intégral .....	100
Figure 46 – Onduleur triphasé à pont intégral .....	102

Figure 12 – Equivalent secondary circuit for cascade rectifier (full-voltage stage) .....	24
Figure 13 – Equivalent single-stage rectifier for cascade rectifier (full-voltage stage) .....	45
Figure 14 – Equivalent secondary circuit for cascade rectifier (controlled-voltage stage) .....	25
Figure 15 – Equivalent single-stage rectifier for cascade rectifier (controlled-voltage stage) ..	47
Figure 16 – Equivalent two-stage model .....	49
Figure 17 – Single-phase self-commutated rectifier (full bridge type) .....	53
Figure 18 – Typical waveform of the self-commutated rectifier .....	55
Figure 19 – Voltage-stiff multiple self-commutated rectifiers .....	55
Figure 20 – Basic configuration of current-stiff self-commutated rectifier .....	55
Figure 21 – Resistance chopper .....	59
Figure 22 – Basic circuit of a step-down chopper .....	59
Figure 23 – Basic waveform of a step-down chopper .....	61
Figure 24 – Coefficient of output current ripple .....	65
Figure 25 – Basic circuit of a step-up chopper .....	65
Figure 26 – Basic waveform of a step-up chopper .....	65
Figure 27 – Basic characteristic curves under the control of a step-down chopper .....	65
Figure 28 – Basic characteristic curves under the control of a step-up chopper .....	67
Figure 29 – Basic circuit configurations of a multiphase and multiple chopper .....	69
Figure 30 – Inaccuracy due to the ripple of an output current .....	75
Figure 31 – Circuit on the input side of a chopper .....	77
Figure 32 – Frequency characteristics of the input .....	77
Figure 33 – Waveforms of output currents of a chopper .....	79
Figure 34 – Operation of boundary between continuous and intermittent .....	81
Figure 35 – Relation between the conduction ratio and continuous/intermittent output current modes .....	81
Figure 36 – Inaccuracy due to the ripple of an input current .....	87
Figure 37 – Circuit in the output side of a chopper .....	89
Figure 38 – Frequency characteristics of the output .....	89
Figure 39 – Waveforms of the input current of a chopper .....	91
Figure 40 – Relation between the conduction ratio and continuous/intermittent input current modes .....	93
Figure 41 – Relation between the conduction ratio and continuous/intermittent input current modes .....	93
Figure 42 – Full bridge, single-phase, voltage-stiff inverter .....	99
Figure 43 – Full bridge, three-phase, voltage-stiff inverter .....	101
Figure 44 – Basic circuit configuration of a voltage-stiff inverter .....	101
Figure 45 – Full-bridge, single-phase inverter .....	101
Figure 46 – Full-bridge, three-phase inverter .....	103

Figure 47 – Configuration du circuit de base d'un onduleur de courant .....	102
Figure 48 – Forme d'ondes caractéristiques d'entrée et de sortie d'un onduleur de tension triphasé .....	102
Figure 49 – Formes d'ondes caractéristiques d'entrée et de sortie d'un onduleur de courant triphasé.....	104
Figure 50 – Modulation de largeur d'impulsions de type synchrone et asynchrone .....	106
Figure 51 – Représentation caractéristique de la modulation de largeur d'impulsions.....	108
Figure 52 – Combinaisons usuelles d'onduleurs.....	108
Figure 53 – Forme d'onde de sortie de l'onduleur .....	110
Figure 54 – Tension de sortie harmonique d'un onduleur.....	110
Figure 55 – Circuit équivalent d'un moteur asynchrone pour le $n^{\text{ième}}$ harmonique .....	112
Figure 56 – Circuit équivalent d'un moteur synchrone pour le $n^{\text{ième}}$ harmonique ( $n \geq 2$ ) .....	114
Figure 57 – Spectre de fréquences du courant d'entrée de l'onduleur .....	116
Figure 58 – Circuit côté entrée de l'onduleur .....	118
Figure 59 – Caractéristiques des fréquences d'un filtre d'entrée .....	120
Figures A.1 à A.13.....	63 à 94
Tableau 1 – Convertisseurs directs pour matériel roulant .....	14
Tableau 2 – Convertisseurs indirects pour matériel roulant.....	16
Tableau 3 – Convertisseurs multisource pour matériel roulant.....	16
Tableau 4 – Systèmes de convertisseur.....	16
Tableau 5 – Classification des redresseurs à commutation externe.....	22
Tableau 6 – Précision du calcul à partir du modèle équivalent à deux étages .....	48
Tableau 7 – Classification des redresseurs autocommutés.....	50
Tableau 8 – Configuration de base du circuit des hacheurs .....	58
Tableau 9 – Fonctionnement d'un hacheur abaisseur .....	70
Tableau 10 – Fonctionnement d'un hacheur élévateur.....	82
Tableau 11 – Fonctionnement d'un hacheur de courant à deux quadrants .....	92
Tableau 12 – Fonctionnement d'un hacheur de tension à deux quadrants.....	94
Tableau 13 – Fonctionnement d'un hacheur à quatre quadrants .....	96
Tableau 14 – Classification d'un onduleur .....	98
Tableau 15 – Principaux types de modulation.....	106
Tableau 16 – Paramètres du spectre de fréquences de la tension de sortie.....	112
Tableau 17 – Paramètres du spectre de fréquences du courant d'entrée .....	116



Figure 47 – Basic circuit configuration of a current-stiff inverter.....	103
Figure 48 – Typical input/output waveforms of a three-phase, voltage-stiff inverter .....	103
Figure 49 – Typical input/output waveform of a three-phase, current-stiff inverter .....	105
Figure 50 – Synchronous/asynchronous PWM.....	107
Figure 51 – Typical PWM schemes .....	109
Figure 52 – Typical combinations of inverters.....	109
Figure 53 – Inverter output waveform .....	111
Figure 54 – Harmonic output voltage of an inverter .....	111
Figure 55 – Equivalent circuit of an asynchronous motor for the $n$ th harmonic .....	113
Figure 56 – Equivalent circuit of a synchronous motor for the $n$ th harmonic ( $n \geq 2$ ) .....	115
Figure 57 – Frequency spectrum of the input current of the inverter.....	117
Figure 58 – Circuit on the input side of an inverter .....	119
Figure 59 – Frequency characteristics of an input filter.....	121
Figures A.1 to A.13.....	63 to 94
Table 1 – Direct convertors for rolling stock .....	15
Table 2 – Indirect convertors for rolling stock .....	17
Table 3 – Convertors for multi-supply rolling stock .....	17
Table 4 – Convertor systems .....	17
Table 5 – Classification of external commutated rectifiers .....	23
Table 6 – Accuracy of the calculation by the equivalent two-stage model.....	49
Table 7 – Classification of the self-commutated rectifiers.....	51
Table 8 – Basic circuit configuration of choppers.....	59
Table 9 – Operation of step-down chopper .....	71
Table 10 – Operation of step-up chopper .....	83
Table 11 – Operation of a current-stiff, two-quadrant chopper .....	93
Table 12 – Operation of a voltage-stiff two-quadrant chopper .....	95
Table 13 – Operation of a four-quadrant chopper .....	97
Table 14 – Inverter classification.....	99
Table 15 – Typical modulation schemes.....	107
Table 16 – Parameters for frequency spectrum of output voltage.....	113
Table 17 – Parameters for frequency spectrum of input current.....	117

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CONVERTISSEURS DE PUISSANCE EMBARQUÉS  
SUR LE MATÉRIEL ROULANT FERROVIAIRE –**

**Partie 2: Informations techniques supplémentaires**

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente spécification technique 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 tâche principale des comités d'études de la CEI est l'élaboration des Normes internationales. Exceptionnellement, un comité d'études peut proposer la publication d'une spécification technique

- lorsqu'en dépit de maints efforts, l'accord requis ne peut être réalisé en faveur de la publication d'une Norme internationale, ou
- lorsque le sujet en question est encore en cours de développement technique ou quand, pour une raison quelconque, la possibilité d'un accord pour la publication d'une Norme internationale peut être envisagée pour l'avenir mais pas dans l'immédiat.

La CEI 61287-2, qui est une spécification technique, a été établie par le comité d'études 9 de la CEI: Matériel électrique ferroviaire.<sup>1)</sup>

Le texte de cette spécification technique est issu des documents suivants:

Projet d'enquête	Rapport de vote
22D/43/CDV	22D/44/RVC

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

<sup>1)</sup> Le comité d'études 9 de la CEI a repris les travaux du sous-comité 22D: Convertisseurs électroniques de puissance pour le matériel roulant, du comité d'études 22 de la CEI: Electronique de puissance.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**POWER CONVERTORS INSTALLED ON  
BOARD RAILWAY ROLLING STOCK –****Part 2: Additional technical information**

## FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.  
<http://www.iec.ch>
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.  
<http://www.kingplaza.com/standards/iec/481.html>
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this technical specification may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

The main task of IEC technical committees is to prepare International Standards. In exceptional circumstances, a technical committee may propose the publication of a technical specification when

- the required support cannot be obtained for the publication of an International Standard, despite repeated efforts, or
- the subject is still under technical development or where, for any other reason, there is the future but no immediate possibility of an agreement on an International Standard.

IEC 61287-2, which is a technical specification, has been prepared by IEC technical committee 9: Electric railway equipment.<sup>1)</sup>

The text of this technical specification is based on the following documents:

Enquiry draft	Report on voting
22D/43/CDV	22D/44/RVC

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

<sup>1)</sup> IEC technical committee 9 has taken over the work of subcommittee 22D: Electronic power convertors for rolling stock, of IEC technical committee 22: Power electronics.

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

La CEI 61287 est formée des parties suivantes parues sous le titre général *Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant ferroviaire*

- Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essais
- Partie 2: Informations techniques supplémentaires

Cette première édition de la CEI 61287-2 annule et remplace la CEI 60411-2, parue en 1978.

L'annexe A fait partie intégrante de cette spécification technique.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2010. A cette date, la publication sera

- transformée en Norme internationale;
- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## **iTeh STANDARD PREVIEW** **(standards.iteh.ai)**

[IEC TS 61287-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282f6fc9267/iec-ts-61287-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282f6fc9267/iec-ts-61287-2-2001>

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

IEC 61287 consists of the following parts under the general title *Power convertors installed on board railway rolling stock*

- Part 1: Characteristics and test methods
- Part 2: Additional technical information

This first edition of IEC 61287-2 cancels and replaces IEC 60411-2, published in 1978.

Annex A forms an integral part of this technical specification.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2010. At this date, the publication will be

- transformed into an International Standard;
- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

[IEC TS 61287-2:2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fefc9267/iec-ts-61287-2-2001)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fefc9267/iec-ts-61287-2-2001>

# CONVERTISSEURS DE PUISSANCE EMBARQUÉS SUR LE MATÉRIEL ROULANT FERROVIAIRE –

## Partie 2: Informations techniques supplémentaires

### 1 Domaine d'application et aspect général

#### 1.1 Domaine d'application

La présente spécification technique décrit la configuration des circuits de base, les méthodes de commande, les modes opérationnels et le comportement des convertisseurs électriques pour matériel roulant, comme les redresseurs à commutation externe, les redresseurs auto-commutés, les onduleurs et les hacheurs. Elle présente les schémas et les méthodes les plus usuels, sans prétendre à l'exhaustivité.

Cette spécification technique a pour but de fournir des informations techniques complémentaires aux normes de la série CEI 61287.

La présente spécification permet principalement de calculer des quantités, telles que la tension et le courant d'entrée et de sortie, le spectre de fréquences de la tension et de l'intensité ainsi que les ondulations et les harmoniques de la tension et du courant.

#### 1.2 Catégories de convertisseurs

Les convertisseurs suivants, dont les configurations de base sont représentées en 1.4, sont décrits dans la présente spécification:

- a) convertisseurs directs:
  - 1) redresseurs à commutation externe;
  - 2) redresseurs autocommutés;
  - 3) hacheurs;
  - 4) onduleurs;
- b) convertisseurs indirects;
- c) convertisseurs multisources pour matériel roulant.

#### 1.3 Information technique

Les éléments pour chaque convertisseur, décrits en 1.2, sont les suivants:

- a) classification;
- b) circuits et comportement de base;
- c) caractéristiques fondamentales;
- d) schéma de contrôle;
- e) convertisseurs multiples et multiphases;
- f) analyse.

# POWER CONVERTORS INSTALLED ON BOARD RAILWAY ROLLING STOCK –

## Part 2: Additional technical information

### 1 Scope and general aspects

#### 1.1 Scope

This technical specification shows basic circuit configurations, control methods, operation modes and behaviour of electric power convertors for rolling stock such as external commutated rectifiers, self-commutated rectifiers, choppers and inverters. It describes typical charts and methods, but does not claim to be exhaustive.

This technical specification is intended to provide supplementary technical information in the standards of the IEC 61287 series.

The main purpose of this specification is to calculate power quantities such as input/output voltage, input/output current, frequency spectrum of voltage/current, voltage/current ripple and voltage/current harmonics.

**ITeH STANDARD PREVIEW**  
(standards.iteh.ai)

#### 1.2 Convertor categories

The following convertors, whose fundamental structures are given in 1.4, are described in this specification:

[IEC TS 61287-2:2001](#)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fefc9267/iec-ts-61287-2-2001)

a) direct convertors:

[b282fefc9267/iec-ts-61287-2-2001](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4d81be95-afe7-4880-a3cb-b282fefc9267/iec-ts-61287-2-2001)

- 1) external commutated rectifiers;
- 2) self-commutated rectifiers;
- 3) choppers;
- 4) inverters;

b) indirect convertors;

c) convertors for multi-supply rolling stock.

#### 1.3 Technical information

The items of each convertor in 1.2 are as follows:

- a) classification;
- b) circuits and basic behaviour;
- c) basic characteristics;
- d) control scheme;
- e) multiphase and multiple convertors;
- f) analysis.