IEC 62590-2-2

Édition 1.0 2026-06

NORME INTERNATIONALE

Applications ferroviaires - Convertisseurs électroniques de puissance pour installations fixes -
Partie 2-2: Applications de traction en courant continu - Convertisseurs commandés

ICS 29.280

ISBN 978-2-8327-1558-1

THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED
Copyright © 2026 IEC, Geneva, Switzerland

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

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.

Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 3
INTRODUCTION 5
1 Domaine d'application 6
2 Références normatives 6
3 Termes, définitions, symboles et abréviations 7
3.1 Termes et définitions 7
3.1.1 Dispositifs à semiconducteurs et combinaisons 7
3.1.2 Convertisseurs commutés par le réseau 7
3.1.3 Convertisseurs autocommutés 8
3.2 Pictogrammes 8
3.3 Abréviations 9
4 Configurations du système 10
4.1 Généralités 10
4.2 Objectif des convertisseurs 10
4.2.1 Convertisseurs alternatif/continu 10
4.2.2 Convertisseurs à courant continu 15
4.3 Caractéristique de base des convertisseurs 15
4.3.1 Généralités 15
4.3.2 Convertisseurs commutés par le réseau 16
4.3.3 Convertisseurs autocommutés 17
4.3.4 Considérations particulières pour les combinaisons de convertisseurs alternatif/continu 19
4.4 Interface avec le réseau de distribution 3AC 20
4.5 Interface avec le système d'alimentation électrique de traction en courant continu 21
5 Conception et intégration 21
5.1 Exigences relatives à l'intégration et à la coordination du système 21
5.2 Exigences de charge 21
5.3 Données à définir dans la spécification utilisateur 22
5.4 Exigences mécaniques selon la spécification utilisateur 22
5.5 Données à indiquer par le constructeur : 23
6 Exigences de performances 23
6.1 Généralités 23
6.2 Protection 23
6.3 Courant de courte durée admissible 24
6.4 Plaque signalétique 24
6.5 Marquage des bornes du circuit principal 25
6.6 Pertes 25
7 Essais 25
7.1 Généralités 25
7.2 Spécifications d'essai 26
7.2.1 Examen visuel 26
7.2.2 Essai des composants accessoires et auxiliaires 27
7.2.3 Essai d'isolement 27
7.2.4 Essai des séquences en fonctionnement 27
7.2.5 Vérification des fonctions de protection 27
7.2.6 Essai des fonctions de commande 28

7.2.7 Essais de fonctionnement à puissance réduite 28
7.2.8 Essai en charge 28
7.2.9 Chute de tension inhérente 28
7.2.10 Essai d'échauffement 29
7.2.11 Essai de tenue en courant de courte durée 29
7.2.12 Détermination des pertes de puissance 30
7.2.13 Signaux sonores 31
7.2.14 EMC 31
7.2.15 Mesurage des harmoniques 31
7.2.16 Mesurage du facteur de puissance 32
7.2.17 Essais mécaniques 32
Annexe A (informative) Stratégies de commande de circulation de la puissance 33
A.1 Généralités 33
A.2 Exemples de coordination côté courant continu des caractéristiques courant/tension 33
Annexe B (informative) Facteurs de calcul 44
Annexe C (informative) Circuits d'essai pour les essais de charge 45
C.1 Généralités 45
C.2 Circuits d'essai 45
Bibliographie 47

Figure 1 – Configuration générale des convertisseurs alternatif/continu 10
Figure 2 – Connexion à des transformateurs distincts 12
Figure 3 – Connexion à un transformateur combiné 13
Figure 4 – Connexion à un transformateur combiné avec prises 13
Figure 5 – Convertisseur avec ensemble de valves réversible 14
Figure 6 – Configuration de système courante d'un ESS stationnaire 14
Figure 7 – Configurations de convertisseurs à courant continu 15
Figure A.1 – Redresseur à thyristors 33
Figure A.2 – Convertisseur à courant continu 34
Figure A.3 – Redresseur à diodes avec un convertisseur à courant continu 35
Figure A.4 – Redresseur à diodes et onduleur autocommuté 36
Figure A.5 – Redresseur à diodes et onduleur à thyristors 37
Figure A.6 – Redresseur à diodes et onduleur à thyristors 38
Figure A.7 – Redresseur à diodes et onduleur à thyristors 39
Figure A.8 – Redresseur à diodes et onduleur à thyristors 40
Figure A.9 – Redresseur à thyristors et onduleur à thyristors 41
Figure A.10 – Convertisseur/onduleur autocommuté 42
Figure A.11 – Convertisseur/onduleur autocommuté 43
Figure C.1 – Essai d'un redresseur ou d'un onduleur commandé 45
Figure C.2 – Essai d'un convertisseur réversible 46

Tableau 1 – Pictogrammes 8
Tableau 2 – Redresseurs, onduleurs et dispositifs combinés 12
Tableau 3 – Récapitulatif des essais 26
Tableau B.1 – Facteurs de tension 44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

Applications ferroviaires - Convertisseurs électroniques de puissance pour installations fixes - Partie 2-2: Applications de traction en courant continu - Convertisseurs commandés

AVANT-PROPOS

1) La Commission Électrotechnique 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. À 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'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse https://patents.iec.ch. 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.

L'IEC 62590-2-2 a été établi par le comité d'études 9 de l'IEC: Matériels et systèmes électriques ferroviaires. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette première édition annule partiellement et remplace l'IEC 62589 et l'IEC 62590. Cette édition constitue une révision technique.

La présente version bilingue (2026-10) correspond à la version anglaise monolingue publiée en 2026-06.

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

La langue utilisée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, et élaborée selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles à l'adresse suivante: www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents élaborés par l'IEC sont décrits plus en détail sur le site internet: www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62590, publiées sous le titre général *Applications ferroviaires - Convertisseurs électroniques de puissance pour installations fixes*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

– reconduite,
– supprimée, ou
– révisée.

INTRODUCTION

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

Les redresseurs commandés alimentent un réseau de traction en courant continu à partir d'un réseau de distribution électrique en triphasé au moyen de valves à semiconducteurs commandables. Des onduleurs permettent de récupérer la puissance d'un réseau de traction en courant continu pour alimenter un réseau de distribution électrique en triphasé. Les convertisseurs réversibles combinent les fonctions d'un redresseur et d'un onduleur.

Les convertisseurs à courant continu sont des convertisseurs autocommutés servant à raccorder le réseau de traction en courant continu à d'autres dispositifs de stockage ou réseaux en courant continu.

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62590 décrit les fonctions et les principes de fonctionnement, spécifie les exigences, les interfaces et les méthodes d'essai des convertisseurs commandés pour les systèmes d'alimentation électrique de traction en courant continu :

– Convertisseurs alternatif/continu :
  - redresseurs,
  - onduleurs,
  - dispositifs combinés.
– Convertisseurs à courant continu.

L'objectif des convertisseurs peut être d'établir une connexion électrique avec d'autres réseaux ou systèmes de stockage de l'énergie.

Ces équipements ont comme caractéristique commune la possibilité d'influencer la circulation de la puissance dans le système d'alimentation électrique de traction en courant continu. Les convertisseurs peuvent être :

– commutés par le réseau;
– autocommutés.

Le présent document s'applique aux installations fixes des systèmes de traction électrique suivants :

– réseaux ferroviaires,
– réseaux de transport métropolitains, y compris métros, tramways, trolleybus et systèmes de transport entièrement automatiques, systèmes de transport à sustentation magnétique et systèmes routiers électriques.

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 60071-1, *Coordination de l'isolement - Partie 1: Définitions, principes et règles*

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

IEC 62590-1:2025, *Applications ferroviaires - Convertisseurs électroniques de puissance pour installations fixes - Partie 1: Exigences générales*

IEC 62695, *Applications ferroviaires - Installations fixes - Transformateurs de traction*

IEC 62236-5, *Applications ferroviaires - Compatibilité électromagnétique - Partie 5: Émission et immunité des installations fixes d'alimentation de puissance et des équipements associés*

3 Termes, définitions, symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'IEC 62590-1 ainsi que les suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

– IEC Electropedia: disponible à l'adresse https://www.electropedia.org/

– ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse https://www.iso.org/obp

3.1 Termes et définitions

3.1.1 Dispositifs à semiconducteurs et combinaisons

3.1.1.1
courant assigné
I_{Nd}
<d'un convertisseur commandé> valeur d'un courant continu pour laquelle un convertisseur commandé est conçu, en référence au système d'alimentation électrique de traction en courant continu

Note 1 à l'article : Toutes les valeurs assignées des composants sont déterminées à partir de cette valeur.

Note 2 à l'article : Un convertisseur peut avoir un courant continu assigné et des courants assignés, associés à une classe de service.

3.1.1.2
puissance assignée en courant continu
<d'un convertisseur commandé> courant assigné multiplié par une tension continue nominale

Note 1 à l'article : Cette valeur s'applique côté système d'alimentation électrique de traction en courant continu.

3.1.1.3
convertisseur réversible
convertisseur dans lequel le sens de circulation de la puissance peut être inversé

[SOURCE: IEC 60050-551:1998, 551-12-37, modifiée – La Figure 1 n'a pas été reprise.]

3.1.2 Convertisseurs commutés par le réseau

3.1.2.1
angle de retard de l'ordre d'amorçage
dans le cas de la commande de phase, durée exprimée en mesure angulaire pendant laquelle l'impulsion d'amorçage est retardée par rapport à un instant de référence

Note 1 à l'article : Pour les convertisseurs commutés par le réseau, par machine ou par la charge, l'instant de référence est l'instant de passage par zéro de la tension de commutation. Pour les gradateurs, c'est l'instant de passage par zéro de la tension d'alimentation. Pour les gradateurs associés à des charges inductives, l'angle de retard de l'ordre d'amorçage est la somme du déphasage et de l'angle de retard à l'amorçage.

[SOURCE: IEC 60050-551:1998, 551-16-33]

3.1.2.2
raté de commutation
défaillance pour laquelle le courant n'est pas commuté du bras en conduction au bras suivant

[SOURCE: IEC 60050-551:1998, 551-16-59]