IEC 61803

Edition 3.0 2026-05

NORME INTERNATIONALE

Détermination des pertes en puissance dans les stations de conversion en courant continu à haute tension (CCHT)

ICS 29.200

ISBN 978-2-8327-1202-3

IEC 61803:2026-05(fr)



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
1 Domaine d'application 5
2 Références normatives 5
3 Termes, définitions et symboles 6
3.1 Termes et définitions 6
3.2 Symboles 7
3.2.1 Communs 7
3.2.2 Convertisseurs commutés par le réseau 8
4 Vue d'ensemble 8
4.1 Généralités 8
4.2 Conditions ambiantes 12
4.2.1 Généralités 12
4.2.2 Température extérieure de référence normalisée 12
4.2.3 Température de référence normalisée de l'agent de refroidissement 12
4.2.4 Pression de l'air de référence normalisée 12
4.3 Paramètres de fonctionnement 12
5 Détermination des pertes du matériel 13
5.1 Pertes de valves à thyristor (LCC uniquement) 13
5.1.1 Généralités 13
5.1.2 Pertes de conduction de thyristors par valve 16
5.1.3 Pertes par étalement dans le thyristor par valve 17
5.1.4 Autres pertes de conduction par valve 19
5.1.5 Pertes qui dépendent de la tension continue par valve 19
5.1.6 Pertes d'amortissement par valve (terme dépendant de la résistance) 21
5.1.7 Pertes d'amortissement par valve (variation du terme énergie du condensateur) 22
5.1.8 Pertes au blocage par valve 22
5.1.9 Perte d'inductance par valve 23
5.1.10 Pertes totales de valve 24
5.1.11 Effets de la température 24
5.1.12 Pertes en fonctionnement à vide par valve 24
5.2 Pertes d'un transformateur 25
5.2.1 Généralités 25
5.2.2 Pertes en fonctionnement à vide 25
5.2.3 Pertes en fonctionnement 25
5.2.4 Pertes en puissance auxiliaire 27
5.3 Pertes par filtres côté alternatif 27
5.3.1 Généralités 27
5.3.2 Pertes au niveau d'un condensateur de filtrage à courant alternatif 28
5.3.3 Pertes au niveau d'une inductance de filtrage à courant alternatif 29
5.3.4 Pertes au niveau d'une résistance de filtrage à courant alternatif 29
5.3.5 Pertes totales au niveau d'un filtre côté alternatif 29
5.4 Pertes au niveau d'une batterie de condensateurs shunt 29
5.5 Pertes au niveau d'une bobine d'inductance shunt 30
5.6 Pertes au niveau d'une bobine d'inductance de lissage en courant continu 30
5.7 Pertes au niveau d'un filtre côté continu 32

5.7.1 Généralités 32
5.7.2 Pertes au niveau d'un condensateur de filtrage à courant continu 32
5.7.3 Pertes au niveau d'une inductance de filtrage à courant continu 33
5.7.4 Pertes au niveau d'une résistance de filtrage à courant continu 33
5.7.5 Pertes totales au niveau d'un filtre côté continu 33
5.8 Pertes du matériel auxiliaire et de la station en service 33
5.9 Pertes au niveau d'un filtre en série 34
5.10 Pertes au niveau de l'inductance de phase (VSC uniquement) 35
5.11 Pertes au niveau de l'inductance de valve (VSC uniquement) 37
5.12 Autres pertes au niveau du matériel 37
Annexe A (informative) Calcul des courants et tensions harmoniques (LCC uniquement) 38
A.1 Courants harmoniques dans les transformateurs de conversion 38
A.2 Courants harmoniques dans les filtres côté alternatif 38
A.3 Tensions harmoniques sur le côté continu 39
A.4 Courants harmoniques côté continu dans la bobine d'inductance de lissage 39
Annexe B (informative) Pertes types de station 40
Annexe C (informative) Évaluation des pertes d'une station de conversion CCHT – Illustration 41
C.1 Généralités 41
C.2 Évaluation des pertes selon différents cas 42
Bibliographie 45

Figure 1 – Matériel type en courant continu à haute tension (CCHT) pour un pôle d'un système LCC 10
Figure 2 – Matériel type en courant continu à haute tension (CCHT) pour un pôle d'un système VSC 11
Figure 3 – Schéma triphasé simplifié d'un convertisseur à 12 pulsations à CCHT (LCC) 14
Figure 4 – Circuit équivalent simplifié d'une valve type à thyristors 15
Figure 5 – Formes d'onde de courant et de tension d'une valve fonctionnant dans un convertisseur à 12 pulsations 16
Figure 6 – Courbe caractéristique d'un thyristor à l'état passant 17
Figure 7 – Courant de conduction et chute de tension d'un thyristor 18
Figure 8 – Répartition de l'inductance de commutation entre L_1 et L_2 20
Figure 9 – Courant dans le thyristor durant le rétablissement inverse 22
Figure 10 – Montage type d'une inductance de phase et d'une inductance de valve par bras d'un système VSC 36

Tableau B.1 – Valeurs types des pertes pour une station LCC 40
Tableau B.2 – Valeurs types des pertes pour une station VSC MMC 40
Tableau C.1 – Conditions de calcul des pertes dans le cas D1 43
Tableau C.2 – Conditions de calcul des pertes dans le cas D2 44

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

Détermination des pertes en puissance dans les stations de conversion en courant continu à haute tension (CCHT)

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.

L'IEC 61803 a été établie par le sous-comité 22F: Électronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance. Il s'agit d'une Norme internationale.

Cette troisième édition annule et remplace la deuxième édition parue en 2020. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

a) les stations CCHT qui disposent de la technologie des convertisseurs de source de tension (VSC) ont été incluses;

b) en vue de faciliter l'application de la norme sans en détériorer la qualité, le 5.1.8 et le 5.8 ont été revus en tenant compte du fait que la technologie de production de thyristors actuelle occasionne considérablement moins de dispersion dans les paramètres des thyristors par rapport à la situation de 1999, lorsque la première édition de l'IEC 61803 a été élaborée; ainsi, les données enregistrées de production de thyristors peuvent être utilisées pour les calculs de pertes en puissance;

c) le calcul des pertes totales d'une station en charge (cas D1 et D2 à l'Annexe C) a été corrigé.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
22F/860/FDIS	22F/868/RVD

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

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

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

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 webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

– reconduit,

– supprimé, ou

– révisé.

1 Domaine d'application

Le présent document s'applique à toutes les stations de conversion en courant continu à haute tension (CCHT) avec convertisseurs commutés par le réseau (LCC, *Line-Commutated Converters*) et avec convertisseurs de source de tension (VSC, *Voltage-Sourced Converters*), utilisées pour l'échange de puissance (transmission de puissance ou installation dos à dos) dans des systèmes de distribution d'énergie. Pour les convertisseurs commutés par le réseau (LCC), le présent document présuppose l'utilisation de convertisseurs à thyristors à 12 pulsations, mais peut également, en prenant les précautions appropriées, s'appliquer à des convertisseurs à thyristors à 6 pulsations.

Lorsqu'il est fait référence à un VSC dans le présent document, il est admis par hypothèse qu'il s'agit d'un VSC de type MMC ou similaire, avec une très faible génération d'harmoniques. Il est important de traiter d'autres types de VSC selon le cas.

Dans certaines applications, des compensateurs synchrones, des compensateurs var statiques (CVS) ou des compensateurs statiques synchrones (STATCOM) sont connectés au bus en courant alternatif de la station de conversion en courant continu à haute tension (CCHT). Les procédures de détermination de pertes pour ce type de matériel ne figurent pas dans le présent document.

Le présent document décrit un ensemble de procédures types qui permettent de déterminer l'ensemble des pertes d'une station de conversion CCHT, à l'exception des valves VSC qui sont couvertes par la série IEC 62751. Les procédures s'appliquent à toutes les pièces, à l'exception de celles susmentionnées, et prennent en compte les pertes en fonctionnement à vide et les pertes en fonctionnement ainsi que leurs méthodes de calcul qui utilisent, dans la mesure du possible, des paramètres mesurés.

Les conceptions de station de conversion qui utilisent des composants ou des configurations de circuit originaux par rapport à la conception type prise pour hypothèse dans le présent document, ou des conceptions équipées de circuits auxiliaires inhabituels susceptibles de modifier les pertes, sont évaluées selon leurs propres mérites.

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 60076-1, *Transformateurs de puissance - Partie 1: Généralités*

IEC 60076-6, *Transformateurs de puissance - Partie 6: Bobines d'inductance*

IEC 60633, *Transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) - Vocabulaire*

IEC 60700-1:2015, *Valves à thyristors pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) - Partie 1: Essais électriques*
IEC 60700-1:2015/AMD1:2021

IEC 60871-1, *Condensateurs shunt pour réseaux à courant alternatif de tension assignée supérieure à 1 000 V - Partie 1: Généralités*

IEC 62747, *Terminologie relative aux convertisseurs de source de tension (VSC) des systèmes en courant continu à haute tension (CCHT)*

3 Termes, définitions et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'IEC 60633 et de l'IEC 62747 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 http://www.electropedia.org/

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

3.1 Termes et définitions

3.1.1
pertes auxiliaires
puissance électrique exigée pour alimenter les charges auxiliaires des stations de conversion

Note 1 à l'article: Les pertes auxiliaires dépendent du nombre d'unités de conversion utilisées et varient selon que la station fonctionne à vide ou en charge, auquel cas les pertes auxiliaires dépendent du niveau de charge.

3.1.2
pertes en fonctionnement à vide du matériel
pertes produites dans un élément de matériel tandis que la station de conversion est sous tension, mais que les convertisseurs sont bloqués et que toutes les charges de station en service et le matériel auxiliaire sont connectés comme cela est exigé pour la captation immédiate d'une charge à la puissance minimale spécifiée

3.1.3
niveau de charge
ensemble des conditions de fonctionnement du réseau à courant alternatif et du convertisseur dans lesquelles la station de conversion fonctionne

Note 1 à l'article: Pour les systèmes LCC, le niveau de charge est défini par le courant continu, la tension continue, l'angle d'allumage, la tension du réseau à courant alternatif et la position du changeur de prises du transformateur de conversion.

Note 2 à l'article: Pour les systèmes VSC, le niveau de charge est défini par le courant continu, la tension continue, la tension du réseau à courant alternatif, la position du changeur de prises du transformateur d'interface (le cas échéant), la tension alternative du convertisseur, le courant alternatif du convertisseur et l'angle de phase entre la tension alternative et le courant alternatif du convertisseur.

3.1.4
pertes en fonctionnement du matériel
pertes produites dans un élément de matériel à un niveau de charge donné, tandis que la station de conversion est sous tension et que les convertisseurs sont en fonctionnement

3.1.5
charge assignée
charge qui correspond au fonctionnement aux valeurs nominales des conditions de fonctionnement définies au 3.1.3

Note 1 à l'article: Par hypothèse, le réseau à courant alternatif doit être à la fréquence nominale et ses tensions triphasées sont nominales et équilibrées. La position du changeur de prises du transformateur de conversion/d'interface et le nombre de filtres à courant alternatif et d'éléments d'inductance shunt éventuellement connectés doivent être cohérents avec un fonctionnement sous une charge assignée, qui coïncide avec des conditions nominales.

3.1.6
pertes totales en fonctionnement à vide d'une station
somme de toutes les pertes en fonctionnement à vide du matériel (3.1.2) et des pertes auxiliaires correspondantes (3.1.1)