

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations with line-commutated converters

Détermination des pertes en puissance dans les postes de conversion en courant continu à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2010 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, no part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

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

About IEC publications

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

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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 CEI

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

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations with line-commutated converters

Détermination des pertes en puissance dans les postes de conversion en courant continu à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

F

ICS 29.200

ISBN 978-2-88912-272-1

FOREWORD

This amendment has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronic systems and equipment.

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

CDV	Report on voting
22F/214/CDV	22F/224/RVC

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base 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.

Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations.

Replace the title of the document as follows:

Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations with line-commutated converters

2 Normative references

Delete the following reference:

IEC 60289:1988, *Reactors*

Replace the existing references to IEC 60076-1:1993, IEC 60633:1998, IEC 60700-1:1988, IEC 60747-6:1983 and IEC 60871-1:1997 as follows:

IEC 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

IEC 60700-1, *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing*

IEC 60747-6, *Semiconductor devices – Part 6: Thyristors*

IEC 60871-1, *Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1 000 V – Part 1: General*

Add the following new reference:

IEC 60076-6, *Power transformers – Part 6: Reactors*

3 Definitions and symbols

3.1 Definitions

Add the following new definition

3.1.7

station essential auxiliary load

load whose failure will affect the conversion capability of the HVDC converter station (e.g. valve cooling), as well as load that must remain working in case of complete loss of a.c. power supply (e.g. battery chargers, operating mechanisms)

NOTE Total “operating losses” minus “no load operation losses” may be considered as being quantitatively equivalent to “load losses” as in conventional a.c. substation practice.

3.2 Letter symbols

Replace the definitions of letter symbols α , μ , I_d , R and U_{v0} as follows:

α (trigger) delay angle, in radians (rad)

μ overlap angle, in radians (rad)

I_d direct current, in amperes (A)

R resistance value, in ohms (Ω)

U_{v0} r.m.s. value of the phase-to-phase no-load voltage on the valve side of the converter transformer excluding harmonics, in volts (V)

4.2.1 Outdoor standard reference temperature

Add, after the first sentence, the following new sentence:

Corresponding valve hall temperature may be defined by the supplier if necessary.

Add the following note:

NOTE If not defined, the wet-bulb temperature is recommended to be 14 °C which corresponds to approximately 50 % RH at 20 °C dry bulb temperature.

4.3 Operating parameters

Add the following words at the end of the fourth paragraph:

“... or as decided by the control system for the defined operating condition”.

5.1 Thyristor valve losses

Replace, in the first line of the third paragraph, the words “Symbol t combines ...” with “Symbol th combines ...”.

5.1.4 D.C. voltage-dependent loss per valve

Replace the following equation for P_{v4} :

$$P_{V4} = \frac{U_{v0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \frac{4}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \right\}$$

with the following new equation:

$$P_{v4} = \frac{U_{v0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \frac{4}{3} \pi + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \right\}$$

5.2.3 Operating losses

Add the following note at the end of the subclause:

NOTE 3 The measured values for P_R , P_{SE1} , and P_{WE1} are based on the reference temperature as given in IEC 60076-1. Values should be corrected to the operating temperature of the transformer.

5.2.4 Auxiliary power losses

Replace the final sentence as follows::

They shall be measured separately during factory test.

5.3.1 General

Add, at the end of the subclause, the following new paragraph:

For the calculation, it shall be assumed that the a.c. system operates at nominal frequency and the filter components are at their nominal values.

5.3.2 AC filter capacitor losses

Add, at the end of the subclause, the following new paragraph:

Losses in low voltage capacitors (for filters with 2 or more tuning frequencies) are very small and can be neglected.

5.3.3 AC filter reactor losses

Replace, in the third line, the phrase “...corrected to the maximum operating temperature of the winding....” with “...corrected to the operating temperature of the winding....”.

5.5 Shunt reactor losses

Replace, in the first paragraph, the reference to “IEC 60289” by “IEC 60076-6”.

5.6 DC smoothing reactor losses

Replace, in the third paragraph, the reference to “IEC 60289” by “IEC 60076-6”.

Replace the last sentence of the last paragraph as follows:

They shall be measured separately during the factory test.

5.7.3 DC filter reactor losses

Replace in the first paragraph, fourth line, the phrase “...corrected to the maximum operating temperature of the winding...” with “...corrected to the operating temperature of the winding”.

5.8 Auxiliaries and station service losses

Add, at the end of the first paragraph, the following new phrase:

“... if losses other than station essential auxiliary loads are required to be considered”.

Replace the second paragraph as follows:

The total station auxiliary losses shall be determined on an averaged basis for no-load operation mode and for the appropriate load level(s) of the station. The losses shall be determined for normal steady-state operating conditions by calculation or direct measurements on the main feeder(s) at each source.

Add, after the second paragraph, the following note:

NOTE Purpose is to determine the average loss during normal operation but not to determine the maximum losses.

Insert, after the third paragraph, the following new paragraph:

If auxiliaries and station service losses are determined by measurement, the following procedures shall be considered.

5.9 Radio interference/PLC filter losses

Replace the title as follows:

5.9 Series filter losses

Add, at the end of the first paragraph, the following new sentence:

In other applications series filters are used to prevent harmonic interaction between the interconnected a.c. systems or for other purposes.

Replace the second equation for series filters in the d.c. connections as follows:

$$P = I_d^2 \times R + \sum_{n=12}^{n=48} \frac{I_n^2 \times X_n}{Q_n}$$

Replace the first entry of the key for the formula as follows:

R is the d.c. resistance of the reactor, in ohms;

Annex A (normative) – Calculation of harmonic currents and voltages

A.3 Harmonic voltages on the d.c. side

Replace the formula of the second entry of the key with the following:

$$F_2 = \frac{(k_3^2 + k_4^2 - 2k_3 \times k_4 \times \cos(2\alpha + \mu))^{1/2}}{\sqrt{2}}$$

Annex C (informative) – Bibliography

Add the following new references:

IEC 61378-2:2001, *Convertor transformers – Part 2: Transformers for HVDC applications*

IEC 61378-3:2006, *Convertor transformers – Part 3: Application guide*

IECNORM.COM . Click to view the full PDF of IEC 61803:1999/AMD1:2010

Withdrawn

AVANT-PROPOS

Le présent amendement a été établi par le sous-comité 22F: Electronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de la CEI: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
22F/214/CDV	22F/224/RVC

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

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base 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.

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

Remplacer le titre du document comme suit:

Détermination des pertes en puissance dans les postes de conversion en courant continu à haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau

2 Références normatives

Supprimer la référence suivante:

CEI 60289:1988, *Bobines d'inductance*

Remplacer les références existantes à la CEI 60076-1:1998, à la CEI 60633:1998, à la CEI 60700-1:1988, à la CEI 60747-6:1983 et à la CEI 60871-1:1997 comme suit:

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

CEI 60633, *Terminologie pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*

CEI 60700-1, *Valves à thyristors pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT) – Partie 1: Essais électriques*

CEI 60747-6, *Dispositifs à semiconducteurs – Partie 6: Thyristors*

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

Ajouter la nouvelle référence suivante:

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

3 Définitions et symboles

3.1 Définitions

Ajouter la nouvelle définition suivante:

3.1.7

charge auxiliaire essentielle au poste

charges dont la défaillance affectera la capacité de conversion du poste de conversion CCHT (par exemple le refroidissement des valves), ou les charges qui doivent continuer à fonctionner en cas de coupure totale de l'alimentation en courant alternatif (par exemples les chargeurs de batterie, les mécanismes de fonctionnement)

NOTE On peut considérer que « pertes de fonctionnement » totales moins « aucune perte de fonctionnement de charge » est quantitativement équivalent à « pertes de charge » comme il est d'usage dans la pratique conventionnelle des postes en courant alternatif.

3.2 Symboles littéraux

Remplacer les définitions des symboles littéraux α , μ , I_d , R et U_{v0} comme suit:

α angle de retard (d'allumage), en radians (rad)

μ angle d'empiètement, en radians (rad)

I_d courant continu, en ampères (A)

R valeur de résistance, en ohms (Ω)

U_{v0} tension à vide entre phases, côté valve du transformateur, valeur efficace à l'exclusion des harmoniques, en volts (V)

4.2.1 Température extérieure de référence normalisée

Ajouter, après la première phrase, la nouvelle phrase suivante:

La température de l'ensemble de valves correspondante peut être définie par le fournisseur si nécessaire.

Ajouter la note suivante:

NOTE Lorsqu'elle n'est pas définie, il est recommandé que la température humide soit de 14 °C ce qui correspond approximativement à 50 % HR à une température sèche de 20 °C.

4.3 Paramètres de fonctionnement

Ajouter les mots suivants à la fin du quatrième alinéa de ce paragraphe:

“... ou comme décidé par le système de commande pour une condition de fonctionnement définie”.

5.1 Pertes de valves à thyristors

Remplacer, dans la première ligne du troisième alinéa, les mots "le symbole t combine ..." par "le symbole th combine ...".

5.1.4 Pertes dépendant de la tension continue par valve

Remplacer l'équation existante suivante pour P_{V4} :

$$P_{V4} = \frac{U_{V0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \frac{4}{3} + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \right\}$$

par la nouvelle équation suivante:

$$P_{V4} = \frac{U_{V0}^2}{2\pi R_{DC}} \left\{ \frac{4}{3} \pi + \frac{\sqrt{3}}{4} [\cos(2\alpha) + \cos(2\alpha + 2\mu)] + \frac{6m^2 - 12m - 7}{8} [\sin(2\alpha) - \sin(2\alpha + 2\mu) + 2\mu] \right\}$$

5.2.3 Pertes en fonctionnement

Ajouter la note suivante à la fin du paragraphe:

NOTE 3 Les valeurs mesurées pour P_R , P_{SE1} et P_{WE1} sont basées sur la température de référence donnée dans la CEI 60076-1. Il convient que les valeurs soient corrigées en fonction de la température de fonctionnement du transformateur.

5.2.4 Pertes de puissance auxiliaire

Remplacer la dernière phrase comme suit:

Elles doivent être mesurées séparément au cours d'un essai de production.

5.3.1 Généralités

Ajouter, à la fin du paragraphe, le nouvel alinéa suivant:

Pour les calculs, on doit supposer que le système en courant alternatif fonctionne à la fréquence nominale et que les composants du filtre sont à leurs valeurs nominales.

5.3.2 Pertes au niveau d'un condensateur de filtrage à courant alternatif

Ajouter, à la fin du paragraphe, le nouvel alinéa suivant:

Les pertes dans les condensateurs basse tension (pour les filtres comportant au moins 2 fréquences d'accord) sont très faibles et peuvent être négligées.

5.3.3 Pertes au niveau d'une inductance de filtrage à courant alternatif

Remplacer dans la ligne trois, la phrase « corrigés en fonction de la température de fonctionnement maximale de l'enroulement. » par "...corrigés en fonction de la température de fonctionnement de l'enroulement...".

5.5 Pertes au niveau d'une bobine d'inductance shunt

Remplacer, dans le premier alinéa, la référence CEI 60289 par la référence CEI 60076-6.