

# TECHNICAL REPORT

# RAPPORT TECHNIQUE

## AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

---

### **Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 2: Faults and switching**

### **Fonctionnement des systèmes à courant continu haute tension (CCHT) munis de convertisseurs commutés par le réseau – Partie 2: Défaits et manoeuvres**



## THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 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 Central Office  
3, rue de Varembe  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://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.

#### IEC Catalogue - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

#### IEC publications search - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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 It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

#### IEC Just Published - [webstore.iec.ch/justpublished](http://webstore.iec.ch/justpublished)

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

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

#### IEC Glossary - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

#### IEC Customer Service Centre - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: [csc@iec.ch](mailto:csc@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.

#### Catalogue IEC - [webstore.iec.ch/catalogue](http://webstore.iec.ch/catalogue)

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

#### Recherche de publications IEC - [www.iec.ch/searchpub](http://www.iec.ch/searchpub)

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](http://webstore.iec.ch/justpublished)

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

#### Electropedia - [www.electropedia.org](http://www.electropedia.org)

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

#### Glossaire IEC - [std.iec.ch/glossary](http://std.iec.ch/glossary)

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

#### Service Clients - [webstore.iec.ch/csc](http://webstore.iec.ch/csc)

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: [csc@iec.ch](mailto:csc@iec.ch).

# TECHNICAL REPORT

## RAPPORT TECHNIQUE

### AMENDMENT 1 AMENDEMENT 1

---

**Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters –  
Part 2: Faults and switching**

**Fonctionnement des systèmes à courant continu haute tension (CCHT) munis  
de convertisseurs commutés par le réseau –  
Partie 2: Défauts et manoeuvres**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

---

ICS 29.200; 29.240.99

ISBN 978-2-8322-2719-0

|                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.</b></p> <p><b>Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 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:

| DTR         | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 22F/344/DTR | 22F/345A/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 French version of this amendment has not been voted upon.

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.
-

## 2 Normative references

*Replace the existing reference to “IEC TR 60919-1:2005” by the following new reference:*

IEC TR 60919-1:2010, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 1: Steady-state conditions*  
Amendment 1:2013

*Replace the existing words “IEC 60919-3” by “IEC TR 60919-3:2009”.*

### 4.2 Energization and de-energization of a.c. side equipment

*Replace the second existing sentence of the eighth paragraph by the following new sentence:*

When disconnecting a converter transformer from the a.c. network, the transformer should be disconnected maintaining the a.c. filters connected in parallel if possible, instead of disconnecting the transformer alone or by using synchronizing devices.

*Delete, in the ninth paragraph of this subclause, the sentence starting with “Some breakers ...”.*

#### 5.3.2 Power transfer during faults

*Replace, in the fourth paragraph of this subclause, the existing words “reactive control” by “reactive power control”.*

#### 5.3.6 Switching of reactive power equipment

*Delete the fourth existing paragraph of this subclause.*

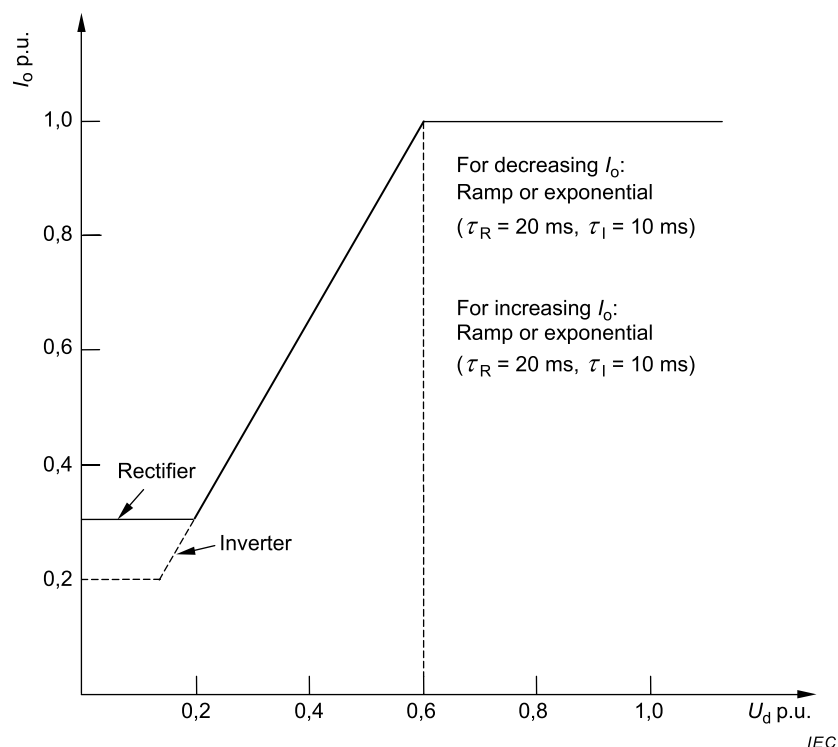
#### 5.3.7 Effects of harmonic voltages and current during faults

*Add, at the end of the fourth paragraph of this subclause, the following new sentences:*

In this case that digital type relays were used, misoperation could be prevented for some degree of harmonic component. However, it should be taken into account that existing relays of old type do not have immunity to harmonics.

**Figure 2 – Example of voltage dependent control characteristics**

*Replace the existing figure and key by the following new figure and new key:*



**Key**

|                       |                                                     |
|-----------------------|-----------------------------------------------------|
| $U_d$                 | d.c. voltage                                        |
| $I_o$                 | current order                                       |
| $\tau_R$ and $\tau_I$ | rectifier and inverter time constants, respectively |

**Figure 2 – Example of voltage dependent control characteristics**

**6.1 General**

*Delete, in the existing second paragraph of this subclause, the word “only”.*

**6.2 Transient overvoltages in filter banks**

*Replace, in the last existing paragraph of this subclause, the word “if a” by “if”.*

**7.1 General**

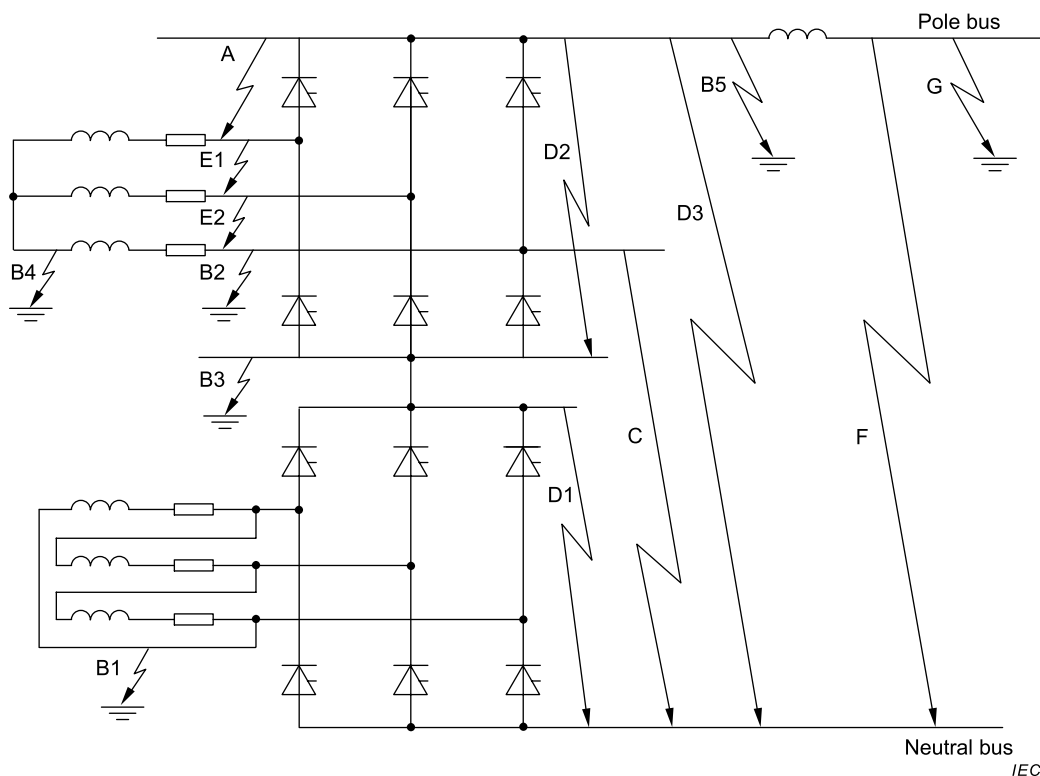
*Replace, in the first existing paragraph of this subclause, the words “line side” by “valve side”.*

**7.2 Short circuits**

*Delete, in the first line of the tenth paragraph, the existing words “and B5”.*

**Figure 7 – Examples of a.c. phase short circuits, pole short circuits and faults in a twelve-pulse converter unit**

*Replace the existing figure by the following new figure (without modifying the key):*



### 9.5.1 Overhead line faults

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

Figure 15b shows earth current flowing during pole conductor fault to earth.

### Figure 15b – Main conductor fault to earth

*Replace, in the existing title and key of this figure, the word “Main” by the word “Pole”.*

### 11.3 Fault detection – Metallic return

*Replace, in the second line of the third paragraph, the words “Figure 15” by “Figure 15a”.*

*Replace, in the third line of the third paragraph, the words “Figure 15” by “Figure 15b”.*

*Add, at the end of the existing fourth paragraph of this subclause, the following new sentence:*

For example, 125 Hz for 50 Hz system and 150 Hz for 60 Hz system can be used.

### 11.4 Metallic return fault protection systems

*Replace, in the existing third paragraph of this subclause, “MRTB” by “MRTB or NBGS”.*

*Add, at the end of the third paragraph of this subclause, the following new sentence:*

After the arc quenching, the d.c. circuit-breaker is opened in order to restore d.c. current flowing from earth to metallic conductor.

## **12.2 Protection schemes using surge arresters**

*Replace, in the existing first paragraph of this subclause, the words “a arrester” by “an arrester”.*

*Replace, in the second paragraph of this subclause, the word “are” by “is”.*

*Replace, in the third paragraph of this subclause, the word “will” by “may”.*

## **12.4 Switching overvoltages and temporary overvoltages on the d.c. side**

*Replace, at the beginning of the first paragraph of this subclause, the words “Except for” by “Besides”.*

## **12.5 Lightning and steep fronted surges**

*Replace, in the fourth paragraph of this subclause, the words “should be determined” by “can be determined”.*

### **12.7.1 AC bus arresters ( $A_1$ , $A_2$ and $A_3$ )**

*Replace, in the existing subclause, the words “will be installed” by “may be installed”.*

## **Bibliography**

*Add to the existing list, the following new reference:*

IEC/TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*



## 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 l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Le texte de cet amendement est issu des documents suivants:

| DTR         | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 22F/344/DTR | 22F/345A/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.

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

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 l'IEC 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.

## 2 Références normatives

*Remplacer la référence existante à la «CEI/RT 60919-1:2005» par la nouvelle référence suivante:*

IEC TR 60919-1:2010, *Performance of high-voltage direct current (HVDC) systems with line-commutated converters – Part 1: Steady-state conditions*  
Amendement 1:2013 (disponible en anglais seulement)

*Remplacer les mots existants «IEC 60919-3» par «IEC TR 60919-3:2009».*

### 4.2 Mise sous tension et hors tension des équipements côté c.a.

*Remplacer la deuxième phrase existante du huitième alinéa par la nouvelle phrase suivante:*

Lorsqu'un transformateur de convertisseur est déconnecté du réseau de courant alternatif, il convient de déconnecter le transformateur en maintenant les filtres côté courant alternatif connectés en parallèle, si possible, au lieu de déconnecter le transformateur seul ou en utilisant les dispositifs de synchronisation.

*Supprimer, dans le neuvième alinéa de ce paragraphe, la phrase commençant par «Quelques disjoncteurs...».*

### 5.3.2 Transfert de puissance pendant les défauts

*Remplacer, dans le quatrième alinéa de ce paragraphe, les termes existants «puissance réactive» par «commande de puissance réactive».*

### 5.3.6 Manœuvre des équipements de puissance réactive

*Supprimer le quatrième alinéa existant de ce paragraphe.*

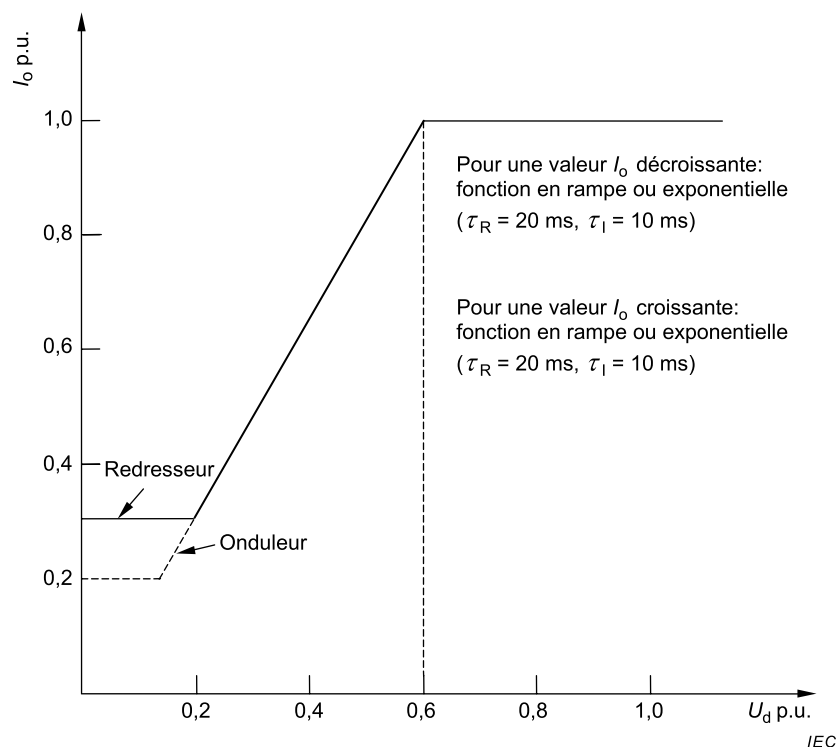
### 5.3.7 Effets des courants et tensions harmoniques pendant les défauts

*Ajouter, à la fin du quatrième alinéa de ce paragraphe, les nouvelles phrases suivantes:*

Dans le cas où des relais de type numérique ont été utilisés, un mauvais fonctionnement pourrait être évité pour un certain degré de composante harmonique. Toutefois, il convient de prendre en compte le fait que les relais existants de type ancien ne possèdent pas d'immunité aux harmoniques.

**Figure 2 – Exemple de caractéristiques de commande dépendant de la tension**

Remplacer la Figure et la légende existantes par la nouvelle figure et la nouvelle légende suivantes:



**Légende**

|                      |                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------|
| $U_d$                | tension continue                                                   |
| $I_o$                | consigne de courant                                                |
| $\tau_R$ et $\tau_I$ | respectivement, constantes de temps du redresseur et de l'onduleur |

**Figure 1 – Exemple de caractéristiques de commande dépendant de la tension**

## 6.1 Généralités

Supprimer, dans le deuxième alinéa existant de ce paragraphe, le mot «uniquement».

## 6.2 Surtensions transitoires dans les bancs de filtres

La correction ne concerne que le texte anglais.

## 7.1 Généralités

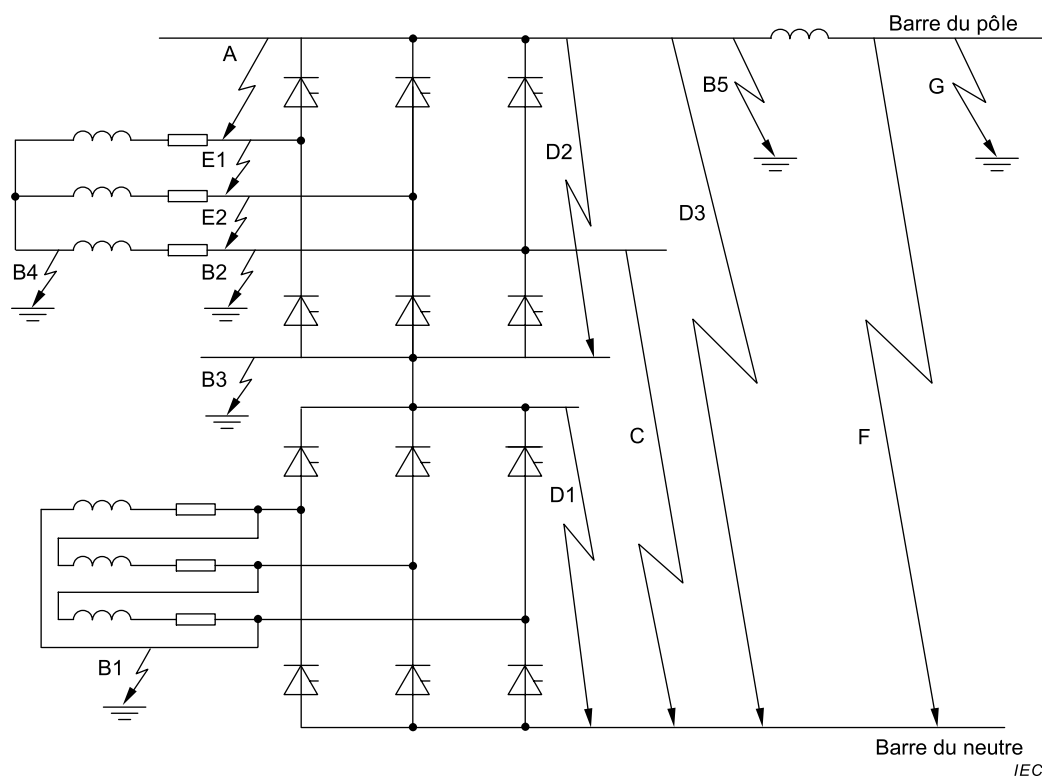
La correction ne concerne que le texte anglais.

## 7.2 Courts-circuits

Supprimer, à la première ligne du dixième alinéa, les mots existants «et B5».

**Figure 7 – Exemples de courts-circuits de phase alternative, courts-circuits côté pôle et défauts d'une unité de conversion à 12 impulsions**

*Remplacer la figure existante par la nouvelle figure suivante (sans modifier la légende):*



### 9.5.1 Défauts de ligne aérienne

*Ajouter, à la fin du premier alinéa de ce paragraphe, la nouvelle phrase suivante:*

La Figure 15b représente le flux du courant à la terre pendant le défaut à la terre du conducteur de pôle.

**Figure 15b – Défaut à la terre du conducteur de phase**

*Remplacer, dans le titre existant et la légende existante de cette figure, le mot «phase» par le mot «pôle».*

### 11.3 Détection des défauts – Retour métallique

*Remplacer, dans la deuxième ligne du troisième alinéa, «Figure 15» par «Figure 15a».*

*Remplacer, dans la troisième ligne du troisième alinéa, «Figure 15» par «Figure 15b».*

*Ajouter, à la fin du quatrième alinéa existant de ce paragraphe, la nouvelle phrase suivante:*

Par exemple, il est possible d'utiliser 125 Hz pour le système fonctionnant à 50 Hz et 150 Hz pour le système fonctionnant à 60 Hz.

### 11.4 Systèmes de protection contre les défauts de retour métallique

*Remplacer, dans le troisième alinéa existant de ce paragraphe, «TCRM» par «TCRM ou NBGS».*

*Ajouter, à la fin du troisième alinéa de ce paragraphe, la nouvelle phrase suivante:*

Après l'extinction de l'arc, le disjoncteur à courant continu est ouvert, afin de restaurer le passage du courant continu de la terre au conducteur métallique.

## **12.2 Schémas de protection utilisant des parafoudres**

*La correction ne concerne que le texte anglais.*

*La correction ne concerne que le texte anglais.*

*Remplacer, dans le troisième alinéa de ce paragraphe, «seront» par «peuvent».*

## **12.4 Surtensions de manœuvre et surtensions temporaires sur la partie continue**

*Remplacer, au début du premier alinéa de ce paragraphe, les mots «A l'exception des» par «Outre les».*

## **12.5 Surtensions de foudre à front raide**

*Remplacer, dans le quatrième alinéa de ce paragraphe, les dernière phrase existante par «Les valeurs et les formes d'ondes à spécifier peuvent être déterminées par des études de simulation numérique».*

### **12.7.1 Parafoudres de barres alternatifs ( $A_1$ , $A_2$ et $A_3$ )**

*Remplacer, dans le paragraphe existant, les mots «seront installés» par «peuvent être installés».*

## **Bibliographie**

*Ajouter à la liste existante la nouvelle référence suivante:*

IEC/TS 60815-1:2008, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles* (disponible en anglais seulement)



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

3, rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11  
Fax: + 41 22 919 03 00  
[info@iec.ch](mailto:info@iec.ch)  
[www.iec.ch](http://www.iec.ch)