

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

AMENDMENT 2 AMENDEMENT 2

Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission – Part 1: Electrical testing

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2008 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 It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.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 2
AMENDEMENT 2

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

J

ICS 29.200; 31.080.20

ISBN 2-8318-9955-9

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/154/CDV	22F/164/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 maintenance result 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.

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Page 3

CONTENTS

On page 7, replace the title of Clause 13 by the following:

13 Testing of special features and fault tolerance

Delete Annex C.

Page 11

2 Normative references

Replace the fourth reference by the following:

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

Replace the sixth reference by the following:

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

Page 15

3.2 Valve construction terms

Add the following term and definition after 3.2.6 (introduced by Amendment 1):

3.2.7

multiple valve unit

MVU

single physical structure comprising more than one valve with a common mechanical support structure

Page 19

4.2 Atmospheric correction

Replace the first dash by the following:

– pressure:

- a) If the insulation coordination of the tested part of the thyristor valve is based on standard rated withstand voltages according to IEC 60071-1, correction factors are only applied for altitudes exceeding 1 000 m. Hence, if the altitude of the site a_s at which the equipment will be installed is $\leq 1\,000$ m, then the standard atmospheric air pressure ($b_0=101,3$ kPa) shall be used with no correction for altitude. If $a_s > 1\,000$ m, then the standard procedure according to IEC 60060-1 is used except that the reference atmospheric pressure b_0 is replaced by the atmospheric pressure corresponding to an altitude of 1 000 m ($b_{1\,000\text{ m}}$).
- b) If the insulation coordination of the tested part of the thyristor valve is not based on standard rated withstand voltages according to IEC 60071-1, then the standard procedure according to IEC 60060-1 is used with the reference atmospheric pressure b_0 ($b_0=101,3$ kPa);

4.4 Criteria for successful type testing

In the first line, replace “ascertains that” by “shows that”.

Page 21

4.4.1 Criteria applicable to thyristor levels

In item c), insert the word “programme” at the end of the sentence.

In item f), the second dashed item, insert the words “where applicable” at the end of the sentence.

In item f), the fourth dashed item, insert the words “where applicable” at the end of the sentence.

Page 23

Tableau 2 – List of type tests

Replace, in the last line, “Testing of special features” by “Testing of special features and fault tolerance”.

Page 27

6.3.2 Valve support a.c. voltage test

Delete the first paragraph.

6.3.3 Valve support switching impulse test

Replace the first paragraph by the following:

The test shall comprise three applications of positive polarity and three applications of negative polarity switching impulse voltages between the main terminals, which are in common, and earth.

Page 29

6.3.4 Valve support lightning impulse test

Replace the first paragraph by the following:

The test shall comprise three applications of positive polarity and three applications of negative polarity lightning impulse voltages between the main terminals, which are in common, and earth.

Page 31

7.3.2 MVU a.c. voltage test

In the second paragraph, delete the first sentence.

In the third paragraph, second line, replace the sentence by the following:

...raised to the specified 1 min test voltage in approximately 10 s, kept constant...

In the fourth paragraph, replace the first sentence by the following:

During the last 1 min of the specified 30 min test, the level of partial discharge shall be monitored and recorded.

Page 39

8.3.2 Valve a.c. voltage test

Delete the first paragraph.

In the second paragraph, replace the last two sentences by the following:

During the last 1 min of the specified 30 min test, the level of partial discharge shall be monitored and recorded. The value of partial discharge shall not exceed 200 pC (see Annex B).

In the line before the note, replace the sentence by the following:

$k_8 = 1, 10.$

Page 43

8.3.6 Valve steep front impulse test

In the third paragraph after the note, replace the formula by the following:

$$U_{tsfv} = \pm STIPL_v \times k_{12}$$

Replace the sentence in the second line after the equation by the following:

$STIPL_v$ is the steep front impulse protective level of the valve arrester as determined by the coordinating current from system studies;

Page 49

9.3 Test requirements

Add, on page 51, at the end of the last paragraph, the following sentence:

If less than three items of a type of component are installed in a valve, all components of this type in the valve shall be monitored.

Page 57

9.3.4 Temporary undervoltage test

Replace, in the second line of the second paragraph, the words "...steady-state $\alpha_{\min}$..." by the words "...steady-state minimum α ..."

Replace, in the third line of the second paragraph, the words "...at transient $\alpha_{\min}$..." by the words "...at minimum transient value of α ..."

Page 61

10.3 Test requirements

Replace, in the third line of the second paragraph, the words "...steady-state $\gamma_{\min}$ " by the words "...steady-state minimum γ ".

Page 63

11.1 Purpose of tests

Add, to item b), the following sentence at the end of the paragraph:

This test covers the – normally rare – case where phase shifts or transients in the AC system prevent the conditions needed for the valve to block the fault at the end of the first cycle.

Page 65

11.3.1 One-loop fault current test with re-applied forward voltage

Replace, in the second paragraph, the existing equation by the following:

$$U_{\text{ffd}} = U_{\text{v0max}} \times \sqrt{2} \times k_n \times k_r \times k_{17}$$

Replace, after the equation, the explanation of U_{v0m} by the following:

U_{v0max} is the maximum steady-state no-load phase-to-phase voltage on the valve side of the transformer;

Replace, in the third paragraph, the 4th dashed item by the following:

- the most critical of the following combinations:
 - the lowest delay angle at fault initiation corresponding to the maximum steady-state operating voltage referred to the valve side,
 - the lowest operating voltage referred to the valve side at fault initiation corresponding to the minimum transient delay angle;

Delete, in the third paragraph, the 6th dashed item.

Page 67

11.3.2 Multiple-loop fault current test without re-applied forward voltage

Replace, in the third paragraph, the existing equation by the following:

$$U_{tfvr} = U_{v0max} \times \sqrt{2} \sin \psi \times k_n \times k_r \times k_{18}$$

Replace, after the equation, the explanation of U_{v0m} by the following:

U_{v0max} is the maximum steady-state no-load phase-to-phase voltage on the valve side of the transformer;

Page 69

12.1 Purpose of tests

Replace, in the second paragraph, the text “8.3.3 to 8.3.6” in the second line by the following:

“8.3.3 to 8.3.5”.

Add the following new text at the end of the last sentence of the second paragraph:

...because the events reproduced by these tests can be expected during normal operation of the converter station and do not normally cause the converter station to be tripped.

Page 71

13 Testing of special features

Replace the title of Clause 13 by the following:

13 Testing of special features and fault tolerance

Replace the existing text of 13.1 by the following:

13.1.1 General

These tests are intended to verify the design and performance of any special features of the valve. Special features may include, but are not limited to, those in the following two categories.

13.1.2 Circuits to facilitate the proper control, protection and monitoring of the valve

Generally, these features can be demonstrated as part of the other tests.

13.1.3 Features included in the valve to provide fault tolerance

Fault tolerance capability may be defined as the ability of an HVDC thyristor valve to perform its intended function, until a scheduled shutdown, with faulted components or subsystems or

overloaded components, and not lead to any unacceptable failure of other components, or extension of the damage due to the faulted condition. Special features may be required in the design to ensure fault tolerance. Examples of faults for which fault tolerance may be required include, but are not limited to, those given below.

a) Short circuit of a thyristor

Even though a short-circuited thyristor will shunt the other components at the thyristor level, in some designs there may be a danger of overloading gate pulse transformers, overloading of current connections (where parallel thyristors are used), or changing the clamping load.

b) Continuous operation of protective firing at one thyristor level due to loss of normal firing pulses to that level

Continuous operation of protective firing can lead to overload of the damping resistor and other components at the affected level.

c) Insulation failure of a pulse transformer (if feeding two or more series-connected thyristors), damping capacitor, damping resistor or grading capacitor

Insulation failure of any component in parallel with the thyristors can attract load current into it, leading to a hazardous condition.

d) Leakage of small quantities of valve coolant

If the valve is liquid cooled, small leaks may not be easily detected. Escaped coolant can contaminate sensitive components, leading to malfunction, and can increase the probability of insulation failure.

The purchaser shall review the design offered with the supplier to determine the probability and likely consequences of certain failures. Where appropriate, consideration shall be given, in the type test programme, to the performance of special tests to verify critical aspects of the fault tolerance capability of the valve. Such tests shall be agreed between the purchaser and supplier on a case-by-case basis.

Page 79

Annex A – Test safety factors

Page 85

A.2.2 AC and d.c. temporary and long-term voltage tests

Add the following new paragraph:

In the case of the short-duration valve a.c. voltage test, the test can unrealistically over-stress valve components in the reverse direction because, for practical reasons, the test must be performed with a.c. (hence giving a large voltage-time area) but the service condition only results in a short duration at high voltage (commutation overshoot). For this reason, a lower test safety factor than normal practice is used. The test safety factor k_8 is based on voltage measuring error (3 %), tolerance on test voltage (3 %), measuring tolerance of surge arrester characteristics (3 %), ageing allowance for arrester (5 %) and an inherent contingency margin, or allowance for other unknown effects (7,5 %)

A.3 Test safety factors for operational tests

Replace the second equation by the following:

$$k_s = 1 - \sqrt{0,03^2 + 0,03^2} = 0,957, \text{ rounded down to } 0,95$$

Page 95

Annex C – Fault tolerance capability

Delete this annex.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 60700-1:1998/AMD2:2008

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/154/CDV	22F/164/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 maintenance 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.

Page 2

SOMMAIRE

A la page 6, remplacer le titre de l'Article 13 par ce qui suit:

13 Essai de caractéristiques spéciales et tolérance aux défauts

Supprimer l'Annexe C.

Page 10

2 Références normatives

Remplacer la quatrième référence par ce qui suit:

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

Remplacer la sixième référence par ce qui suit:

CEI 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

Page 14

3.2 Termes relatifs à la construction des valves

Ajouter, après 3.2.6 (introduit par l'Amendement 1), le terme et la définition suivants:

3.2.7

unité de valves multiples

UVM

structure physique unique comprenant plus d'une valve avec une structure de support mécanique commune

Page 18

4.2 Correction atmosphérique

Remplacer le premier tiret par ce qui suit:

– pression:

- a) Si la coordination de l'isolement de la partie essayée de la valve à thyristors est fondée sur les tensions de tenue assignées normales conformément à la CEI 60071-1, les facteurs de correction sont uniquement appliqués pour des altitudes supérieures à 1 000 m. Ainsi, si l'altitude du site a_s à laquelle le matériel sera installé est $\leq 1\,000$ m, alors la pression atmosphérique normale ($b_0=101,3$ kPa) doit être utilisée sans correction de l'altitude. Si $a_s > 1\,000$ m, alors la procédure normale selon la CEI 60060-1 est utilisée, à l'exception près que la pression atmosphérique de référence b_0 est remplacée par la pression atmosphérique correspondant à une altitude de 1 000 m ($b_{1\,000\text{ m}}$).
- b) Si la coordination de l'isolement de la partie essayée de la valve à thyristors n'est pas fondée sur les tensions de tenue assignées normales selon la CEI 60071-1, alors la procédure normale selon la CEI 60060-1 est utilisée avec la pression atmosphérique de référence b_0 ($b_0=101,3$ kPa);

4.4 Critères de réussite des essais de type

La correction ne concerne que le texte anglais.

Page 20

4.4.1 Critères applicables aux niveaux de thyristors

Au point c), insérer le mot "programme de l'" avant «essai de type».

Au point f), tiret 2, insérer les mots "si elle s'applique" à la fin de la phrase.

Au point f), tiret 4, insérer les mots "si elle s'applique" à la fin de la phrase.

Page 22

Tableau 2 – Liste des essais de type

Remplacer, dans la dernière ligne, “Essais de caractéristiques spéciales” par “Essais de caractéristiques spéciales et tolérance aux défauts”.

Page 26

6.3.2 Essai sur support de valve sous tension alternative

Supprimer le premier alinéa.

6.3.3 Essai de support de valve sous tension de choc de manœuvre

Remplacer le premier alinéa par ce qui suit:

L'essai doit comprendre trois applications de tensions de choc de manœuvre de polarité positive et trois applications de polarité négative entre les bornes principales communes et la terre.

Page 28

6.3.4 Essai de support de valve sous tension de choc de foudre

Remplacer le premier alinéa par ce qui suit:

L'essai doit comprendre trois applications de tensions de choc de foudre de polarité positive et trois applications de polarité négative entre les bornes principales communes et la terre.

Page 30

7.3.2 Essai de MVU sous tension alternative

Dans le deuxième alinéa, supprimer la première phrase.

Dans le troisième alinéa, deuxième ligne, remplacer la phrase par la suivante:

...élevée à la tension d'essai spécifiée de 1 min en approximativement 10 s, maintenue constante...

Dans le quatrième alinéa, remplacer la première phrase par ce qui suit:

Pendant la dernière minute de l'essai de 30 min spécifié, le niveau de décharge partielle doit être contrôlé et enregistré.

Page 38

8.3.2 Essai de valve sous tension alternative

Supprimer le premier alinéa.

Dans le deuxième alinéa, remplacer les deux dernières phrases par les suivantes:

Pendant la dernière minute de l'essai de 30 min spécifié, le niveau de décharge partielle doit être contrôlé et enregistré. La valeur de décharge partielle ne doit pas dépasser 200 pC (voir l'Annexe B).

A la ligne avant la note, remplacer la phrase par la suivante:

$k_8 = 1,10$.

Page 42

8.3.6 Essai de valve sous tension de choc à front raide

Au troisième alinéa après la note, remplacer la formule par la suivante:

$$U_{tsfv} = \pm STIPL_v \times k_{12}$$

Remplacer la phrase de la deuxième ligne après l'équation par la phrase suivante:

$STIPL_v$ est le niveau de protection de l'onde à front raide du parafoudre de la valve déterminé par le courant de coordination obtenu des études de réseau;

Page 48

9.3 Prescriptions d'essai

Ajouter, à la page 50, la fin du dernier alinéa, la phrase suivante:

Si un nombre inférieur à trois éléments d'un type de composant est installé dans une valve, tous les composants de ce type doivent être contrôlés dans la valve.

Page 56

9.3.4 Essai à manque de tension temporaire

Remplacer, à la deuxième ligne du deuxième alinéa, les mots "... $\alpha_{\min}$ en régime établi ..." par les mots "... α minimum en régime établi..."

Remplacer, à la troisième ligne du deuxième alinéa, les mots "...pour un $\alpha_{\min}$ transitoire..." par les mots "...pour une valeur transitoire minimale de α ..."

Page 60

10.3 Prescriptions d'essai

Remplacer, à la quatrième ligne du deuxième alinéa, les mots "... $\gamma_{\min}$ en régime établi..." par les mots "... γ minimum en régime établi..."

Page 62

11.1 Objectif des essais

Ajouter, au point b), la phrase suivante à la fin de l'alinéa:

Cet essai couvre le cas – généralement rare – où les déphasages ou les transitoires dans le réseau à courant alternatif empêchent les conditions nécessaires pour que la valve bloque le défaut à la fin du premier cycle.

Page 64

11.3.1 Essai en courant de défaut à une boucle avec réapplication de tension directe

Remplacer, au deuxième alinéa, l'équation existante par la suivante:

$$U_{tfvd} = U_{v0\max} \times \sqrt{2} \times k_n \times k_r \times k_{17}$$

Remplacer, après l'équation, l'explication de U_{v0m} par la suivante:

$U_{v0\max}$ est la tension maximale à vide entre phases en régime établi sur le côté valve du transformateur;

Remplacer, au troisième alinéa, le 4^{ème} tiret par ce qui suit:

- les combinaisons les plus critiques parmi les suivantes:
 - l'angle de retard le plus faible au déclenchement du défaut correspondant à la tension maximale de fonctionnement en régime établi par rapport au côté valve,
 - la tension de fonctionnement la plus basse par rapport au côté valve au déclenchement du défaut correspondant à l'angle de retard transitoire minimal;

Supprimer, au troisième alinéa, le 6^{ème} tiret.

Page 66

11.3.2 Essai en courant de défaut à boucles multiples sans réapplication de tension directe

Remplacer, au troisième alinéa, l'équation existante par la suivante:

$$U_{tfvr} = U_{v0max} \times \sqrt{2} \sin \psi \times k_n \times k_r \times k_{18}$$

Remplacer, après l'équation, l'explication de U_{v0m} par la suivante:

U_{v0max} est la tension maximale à vide entre phases sur le côté valve du transformateur;

Page 68

12.1 Objectifs des essais

Remplacer, au deuxième alinéa, le texte "8.3.3 à 8.3.6" à la deuxième ligne par ce qui suit:

"8.3.3 à 8.3.5".

Ajouter le nouveau texte suivant à la fin de la dernière phrase du deuxième alinéa:

...du fait que l'on peut s'attendre aux événements reproduits par ces essais, au cours d'un fonctionnement normal du poste de conversion et qu'ils ne provoquent normalement pas le déclenchement du poste de conversion.

Page 70

13 Essai de caractéristiques spéciales

Remplacer le titre de l'Article 13 par le suivant:

13 Essai de caractéristiques spéciales et tolérance aux défauts

Remplacer le texte existant de 13.1 par le suivant:

13.1.1 Généralités

Ces essais sont destinés à vérifier la conception et le fonctionnement de toutes les caractéristiques spéciales de la valve. Parmi les caractéristiques spéciales peuvent figurer celles représentées par les deux catégories suivantes, sans pour autant s'y limiter.

13.1.2 Circuits fournis pour faciliter la commande, la protection et le contrôle corrects de la valve

Généralement, ces caractéristiques peuvent être mises en évidence dans le cadre des autres essais.