

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60700-1

Première édition
First edition
1998-09

**Valves à thyristors pour le transport d'énergie
en courant continu à haute tension (CCHT) –**

**Partie 1:
Essais électriques**

**Thyristor valves for high voltage direct current
(HVDC) power transmission –**

**Part 1:
Electrical testing**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60700-1:1998

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60 050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60 027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60 417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60 617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60 000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60 050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60 027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60 417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60 617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60700-1

Première édition
First edition
1998-09

**Valves à thyristors pour le transport d'énergie
en courant continu à haute tension (CCHT) –**

**Partie 1:
Essais électriques**

**Thyristor valves for high voltage direct current
(HVDC) power transmission –**

**Part 1:
Electrical testing**

© IEC 1998 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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'éditeur.

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 the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembe, Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site: <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	8
Articles	
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	10
3 Définitions.....	10
4 Prescriptions générales.....	16
4.1 Lignes directrices concernant la réalisation d'essais de type.....	16
4.1.1 Substitution de preuve.....	16
4.1.2 Objet soumis à l'essai	16
4.1.3 Séquence d'essai.....	16
4.1.4 Procédures d'essai	16
4.1.5 Température ambiante des essais.....	16
4.1.6 Fréquence d'essai.....	16
4.1.7 Rapports d'essai	18
4.2 Correction atmosphérique	18
4.3 Traitement de la redondance.....	18
4.3.1 Essais diélectriques	18
4.3.2 Essais de fonctionnement.....	18
4.4 Critères de réussite des essais de type	18
4.4.1 Critères applicables aux niveaux de thyristors.....	20
4.4.2 Critères applicables à la valve dans son ensemble	22
5 Liste des essais de type	22
6 Essais diélectriques sur support de valve	24
6.1 Objectifs des essais	24
6.2 Objet soumis à l'essai	24
6.3 Prescriptions d'essai	24
6.3.1 Essai sur support de valve sous tension continue	24
6.3.2 Essai sur support de valve sous tension alternative	26
6.3.3 Essai de support de valve sous tension de choc de manoeuvre.....	26
6.3.4 Essai de support de valve sous tension de choc de foudre.....	28
7 Essais diélectriques pour unités de valves multiples (MVU)	28
7.1 Objectifs des essais	28
7.2 Objet soumis à l'essai	28
7.3 Prescriptions d'essai	28
7.3.1 Essai de MVU sous tension continue	28
7.3.2 Essai de MVU sous tension alternative	30

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
Clause	
1 Scope	11
2 Normative references	11
3 Definitions	11
4 General requirements	17
4.1 Guidelines for the performance of type tests	17
4.1.1 Evidence in lieu	17
4.1.2 Test object	17
4.1.3 Sequence of tests	17
4.1.4 Test procedures	17
4.1.5 Ambient temperature for testing	17
4.1.6 Frequency for testing	17
4.1.7 Test reports	19
4.2 Atmospheric correction	19
4.3 Treatment of redundancy	19
4.3.1 Dielectric tests	19
4.3.2 Operational tests	19
4.4 Criteria for successful type testing	19
4.4.1 Criteria applicable to thyristor levels	21
4.4.2 Criteria applicable to the valve as a whole	23
5 List of type tests	23
6 Dielectric tests on valve support	25
6.1 Purpose of tests	25
6.2 Test object	25
6.3 Test requirements	25
6.3.1 Valve support d.c. voltage test	25
6.3.2 Valve support a.c. voltage test	27
6.3.3 Valve support switching impulse test	27
6.3.4 Valve support lightning impulse test	29
7 Dielectric tests for multiple valve units (MVU)	29
7.1 Purpose of tests	29
7.2 Test object	29
7.3 Test requirements	29
7.3.1 MVU d.c. voltage test to earth	29
7.3.2 MVU a.c. voltage test	31

Articles	Pages
7.3.3 Essai de MVU sous tension de choc de manoeuvre	32
7.3.4 Essai de MVU sous tension de choc de foudre.....	34
8 Essais diélectriques entre les bornes de valve	34
8.1 Objectifs des essais	34
8.2 Objet soumis à l'essai	36
8.3 Prescriptions d'essai	36
8.3.1 Essai de valve sous tension continue.....	36
8.3.2 Essai de valve sous tension alternative.....	38
8.3.3 Essais de valve sous tension de choc (généralités).....	40
8.3.4 Essai de valve sous tension de choc de manoeuvre.....	40
8.3.5 Essai de valve sous tension de choc de foudre	42
8.3.6 Essai de valve sous tension de choc à front raide	42
8.4 Essai d'allumage non périodique de valve.....	44
8.4.1 Objectifs de l'essai	44
8.4.2 Objet soumis à l'essai	44
8.4.3 Prescriptions d'essai	44
9 Essais d'allumage et d'extinction périodiques	46
9.1 Objectifs des essais	46
9.2 Objet soumis à l'essai	48
9.3 Prescriptions d'essai	48
9.3.1 Essais en service continu maximal	50
9.3.2 Essai en service temporaire maximal ($\alpha = 90^\circ$)	52
9.3.3 Essais sous tension alternative minimale.....	54
9.3.4 Essai à manque de tension temporaire	56
9.3.5 Essais avec courant continu intermittent.....	58
10 Essais sous tension directe transitoire durant la période de rétablissement.....	60
10.1 Objectifs des essais	60
10.2 Objet soumis à l'essai	60
10.3 Prescriptions d'essai	60
11 Essai de valve en courant de défaut	62
11.1 Objectif des essais.....	62
11.2 Objet soumis à l'essai:	62
11.3 Prescriptions d'essai	62
11.3.1 Essai en courant de défaut à une boucle avec réapplication de tension directe.....	64
11.3.2 Essai en courant de défaut à boucles multiples sans réapplication de tension directe.....	66

Clause	Page
7.3.3 MVU switching impulse test	33
7.3.4 MVU lightning impulse test	35
8 Dielectric tests between valve terminals	35
8.1 Purpose of tests	35
8.2 Test object	37
8.3 Test requirements	37
8.3.1 Valve d.c. voltage test	37
8.3.2 Valve a.c. voltage test	39
8.3.3 Valve impulse tests (general)	41
8.3.4 Valve switching impulse test	41
8.3.5 Valve lightning impulse test	43
8.3.6 Valve steep front impulse test	43
8.4 Valve non-periodic firing test	45
8.4.1 Purpose of test	45
8.4.2 Test object	45
8.4.3 Test requirements	45
9 Periodic firing and extinction tests	47
9.1 Purpose of tests	47
9.2 Test object	49
9.3 Test requirements	49
9.3.1 Maximum continuous operating duty tests	51
9.3.2 Maximum temporary operating duty test ($\alpha = 90^\circ$)	53
9.3.3 Minimum a.c. voltage tests	55
9.3.4 Temporary undervoltage test	57
9.3.5 Intermittent direct current tests	59
10 Tests with transient forward voltage during the recovery period	61
10.1 Purpose of tests	61
10.2 Test object	61
10.3 Test requirements	61
11 Valve fault current tests	63
11.1 Purpose of tests	63
11.2 Test object:	63
11.3 Test requirements	63
11.3.1 One-loop fault current test with re-applied forward voltage	65
11.3.2 Multiple-loop fault current test without re-applied forward voltage	67

Articles	Pages
12 Essais sur l'insensibilité de la valve aux perturbations électromagnétiques.....	68
12.1 Objectifs des essais	68
12.2 Objet soumis à l'essai	68
12.3 Prescriptions d'essai	70
12.3.1 Première approche.....	70
12.3.2 Deuxième approche.....	70
12.3.3 Critères d'acceptation.....	70
13 Essai de caractéristiques spéciales	70
13.1 Objectifs des essais	70
13.2 Objet soumis à l'essai	72
13.3 Prescriptions d'essai	72
14 Essais de série.....	72
14.1 Objectifs des essais	72
14.2 Objet soumis à l'essai	72
14.3 Prescriptions d'essai	72
14.4 Objectifs des essais de série.....	74
14.4.1 Examen visuel.....	74
14.4.2 Vérification de connexion	74
14.4.3 Vérification du circuit de répartition des potentiels	74
14.4.4 Vérification de la résistance à la tension	74
14.4.5 Essais de décharge partielle.....	74
14.4.6 Vérification des auxiliaires.....	74
14.4.7 Vérification de l'allumage.....	74
14.4.8 Essai de pression.....	74
15 Méthode de détermination de perte	74
16 Présentation de résultats d'essai de type	76
 Annexe A (normative) Facteurs de sécurité d'essai.....	 78
Annexe B (normative) Mesures de décharge partielle.	88
Annexe C (informative) Capacité de tolérance de défaut	94
 Figure 1 Tension d'essai aux ondes de front raide.....	 12

Clause	Page
12 Tests for valve insensitivity to electromagnetic disturbance	69
12.1 Purpose of tests	69
12.2 Test object	69
12.3 Test requirements	71
12.3.1 Approach one	71
12.3.2 Approach two	71
12.3.3 Acceptance criteria	71
13 Testing of special features	71
13.1 Purpose of tests	71
13.2 Test object	73
13.3 Test requirements	73
14 Production tests	73
14.1 Purpose of tests	73
14.2 Test object	73
14.3 Test requirements	73
14.4 Production test objectives	75
14.4.1 Visual inspection	75
14.4.2 Connection check	75
14.4.3 Voltage-grading circuit check	75
14.4.4 Voltage withstand check	75
14.4.5 Partial discharge tests	75
14.4.6 Check of auxiliaries	75
14.4.7 Firing check	75
14.4.8 Pressure test	75
15 Method for loss determination	75
16 Presentation of type test results	77
 Annex A (normative) Test safety factors	 79
Annex B (normative) Partial discharge measurements	89
Annex C (informative) Fault tolerance capability	95
 Figure 1 Steep front impulse test voltage	 13

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

VALVES À THYRISTORS POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) –

Partie 1: Essais électriques

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes Internationales. 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 la CEI, participent également aux travaux. La CEI 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 la CEI concernant les questions techniques, représentent, dans la mesure du possible un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
- 6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 60700-1 a été établie 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: Electronique de puissance.

Cette partie de la CEI 60700 annule et remplace la CEI 60700, parue en 1981, dont elle constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
22F/44/FDIS	22F/46/RVD

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

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente norme.

L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**THYRISTOR VALVES FOR HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC)
POWER TRANSMISSION –****Part 1: Electrical testing****FOREWORD**

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested National Committees.
- 3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
- 6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 60700-1 has been prepared by subcommittee 22F: Power electronics for electrical transmission and distribution systems, of IEC technical committee 22: Power electronics.

This part of IEC 60700 cancels and replaces IEC 60700, published in 1981, and constitutes a technical revision.

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

FDIS	Report on voting
22F/44/FDIS	22F/46/RVD

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

Annexes A and B form an integral part of this standard.

Annex C is for information only.

VALVES À THYRISTORS POUR LE TRANSPORT D'ÉNERGIE EN COURANT CONTINU À HAUTE TENSION (CCHT) –

Partie 1: Essais électriques

1 Domaine d'application

La présente norme s'applique aux valves à thyristors équipées de parafoudres à oxyde métallique directement connectés entre les bornes des valves, qui sont destinées à être utilisées au niveau d'un convertisseur commuté par le réseau pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension ou dans une liaison en opposition. Elle est limitée aux essais de type électriques et de série.

Les essais spécifiés dans la présente norme sont basés sur des valves isolées par l'air. Pour d'autres types de valves, il faut que les prescriptions d'essai et les critères d'acceptation fassent l'objet d'un accord.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de la CEI 60700. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 60700 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

Guide ISO/CEI 25:1990, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais*

CEI 60060, *Techniques des essais à haute tension*

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071-1:1993, *Coordination de l'isolement – Partie 1: Définitions, principes et règles*

CEI 60099, *Parafoudres*

CEI 60270, 1981, *Mesure des décharges partielles*

CEI 61803,— *Détermination des pertes de puissance dans les postes de conversion en courant continu à haute tension (CCHT)* ¹⁾

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 60700, les définitions suivantes s'appliquent.

¹⁾ A publier.

THYRISTOR VALVES FOR HIGH VOLTAGE DIRECT CURRENT (HVDC) POWER TRANSMISSION –

Part 1: Electrical testing

1 Scope

This standard applies to thyristor valves with metal oxide surge arresters directly connected between the valve terminals, for use in a line commutated converter for high voltage d.c. power transmission or as part of a back-to-back link. It is restricted to electrical type and production tests.

The tests specified in this standard are based on air insulated valves. For other types of valves, the test requirements and acceptance criteria must be agreed.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 60700. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 60700 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

ISO/IEC Guide 25:1990, *General requirements for the competence of calibration and testing laboratories*

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-1:1993, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60099, *Surge arresters*

IEC 60270:1981, *Partial discharge measurements*

IEC 61803,— *Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations* ¹⁾

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 60700, the following definitions apply.

¹⁾ To be published.