

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60700-1**

**Edition 1.1**

2003-03

Edition 1:1998 consolidée par l'amendement 1:2003  
Edition 1:1998 consolidated with amendment 1:2003

---

---

**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 2003 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, 3, rue de Varembe, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland  
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch

---

---



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE

**CP**

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

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS .....	8
1 Domaine d'application .....	10
2 Références normatives .....	10
3 Définitions.....	10
3.1 Termes relatifs à la coordination de l'isolement .....	10
3.2 Termes relatifs à la construction des valves .....	14
3.3 Essais de type .....	14
3.4 Essais de série .....	14
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'essais .....	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 .....	28
6.3.4 Essai de support de valve sous tension de choc de foudre.....	28
7 Essais diélectriques pour unités de valves multiples (UVM) .....	28
7.1 Objectif des essais.....	28
7.2 Objet soumis à l'essai .....	28
7.3 Prescriptions d'essai .....	30
7.3.1 Essai d'UVM sous tension continue à la terre .....	30
7.3.2 Essai d'UVM sous tension alternative .....	30
7.3.3 Essai d'UVM sous tension de choc de manoeuvre .....	32
7.3.4 Essai d'UVM sous tension de choc de foudre.....	34

## CONTENTS

FOREWORD .....	9
1 Scope .....	11
2 Normative references .....	11
3 Definitions .....	11
3.1 Insulation co-ordination terms .....	11
3.2 Valve construction terms .....	15
3.3 Type tests .....	15
3.4 Production tests .....	15
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 .....	29
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 .....	31
7.3.1 MVU d.c. voltage test to earth .....	31
7.3.2 MVU a.c. voltage test .....	31
7.3.3 MVU switching impulse test .....	33
7.3.4 MVU lightning impulse test .....	35

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.....	42
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.....	44
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.....	46
8.4.3	Prescriptions d'essai.....	46
9	Essais d'allumage et d'extinction périodiques.....	48
9.1	Objectifs des essais.....	48
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 ( $\alpha = 90^\circ$ ).....	54
9.3.3	Essais sous tension alternative minimale.....	56
9.3.4	Essai à manque de tension temporaire.....	58
9.3.5	Essais avec courant continu intermittent.....	60
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	Essais de valve en courant de défaut.....	62
11.1	Objectif des essais.....	62
11.2	Objet soumis à l'essai.....	64
11.3	Prescriptions d'essai.....	64
11.3.1	Essai en courant de défaut à une boucle avec réapplication de tension directe.....	66
11.3.2	Essai en courant de défaut à boucles multiples sans réapplication de tension directe.....	66
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.....	70
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.....	72
13.1	Objectifs des essais.....	72
13.2	Objet soumis à l'essai.....	72
13.3	Prescriptions d'essai.....	72

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.....	43
8.3.5	Valve lightning impulse test.....	43
8.3.6	Valve steep front impulse test .....	45
8.4	Valve non-periodic firing test.....	45
8.4.1	Purpose of test.....	45
8.4.2	Test object.....	47
8.4.3	Test requirements .....	47
9	Periodic firing and extinction tests .....	49
9.1	Purpose of tests.....	49
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 ( $\alpha = 90^\circ$ ).....	55
9.3.3	Minimum a.c. voltage tests.....	57
9.3.4	Temporary undervoltage test.....	59
9.3.5	Intermittent direct current tests.....	61
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.....	65
11.3	Test requirements.....	65
11.3.1	One-loop fault current test with re-applied forward voltage.....	67
11.3.2	Multiple-loop fault current test without re-applied forward voltage.....	67
12	Tests for valve insensitivity to electromagnetic disturbance.....	69
12.1	Purpose of tests.....	69
12.2	Test object.....	71
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 .....	73
13.1	Purpose of tests.....	73
13.2	Test object.....	73
13.3	Test requirements.....	73

14	Essais de série .....	72
14.1	Objectifs des essais .....	72
14.2	Objet soumis à l'essai .....	72
14.3	Prescriptions d'essai .....	74
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 .....	76
14.4.8	Essai de pression.....	76
15	Méthode de détermination de perte .....	76
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.....	92
	Figure 1 – Tension d'essai aux ondes de front raide.....	12
	Tableau 1 – Défauts de niveaux de thyristors autorisés au cours des essais .....	20
	Tableau 2 – Liste des essais de type .....	22

14	Production tests .....	73
14.1	Purpose of tests .....	73
14.2	Test object .....	73
14.3	Test requirements .....	75
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 .....	77
14.4.8	Pressure test .....	77
15	Method for loss determination .....	77
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 .....	93
	Figure 1 – Steep front impulse test voltage .....	13
	Table 1 – Thyristor level faults permitted during type tests .....	21
	Table 2 – List of type tests .....	23

WITHOLDING

## 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, spécifications techniques, 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.

La présente version consolidée de la CEI 60700-1 comprend la première édition (1998) [documents 22F/44/FDIS et 22F/46/RVD] et son amendement 1 (2003) [documents 22F/81/FDIS et 22F/85/RVD].

Le contenu technique de cette version consolidée est donc identique à celui de l'édition de base et à son amendement; cette version a été préparée par commodité pour l'utilisateur.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

Une ligne verticale dans la marge indique où la publication de base a été modifiée par l'amendement 1.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de son amendement ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.



## 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 specifications, 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 consolidated version of IEC 60700-1 consists of the first edition (1998) [documents 22F/44/FDIS and 22F/46/RVD] and its amendment 1 (2003) [documents 22F/81/FDIS and 22F/85/RVD].

The technical content is therefore identical to the base edition and its amendment and has been prepared for user convenience.

It bears the edition number 1.1.

A vertical line in the margin shows where the base publication has been modified by amendment 1.

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

Annex C is for information only.

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendment will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

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

# 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 de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

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 61803:1999, *Détermination des pertes de puissance dans les postes de conversion en courant continu à haute tension (CCHT)*

# 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 referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

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 61803:1999, *Determination of power losses in high-voltage direct current (HVDC) converter stations*