

**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 60050: *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 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *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 60050: *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 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *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 Varembé 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.

3.1 Termes relatifs à la coordination de l'isolement

3.1.1

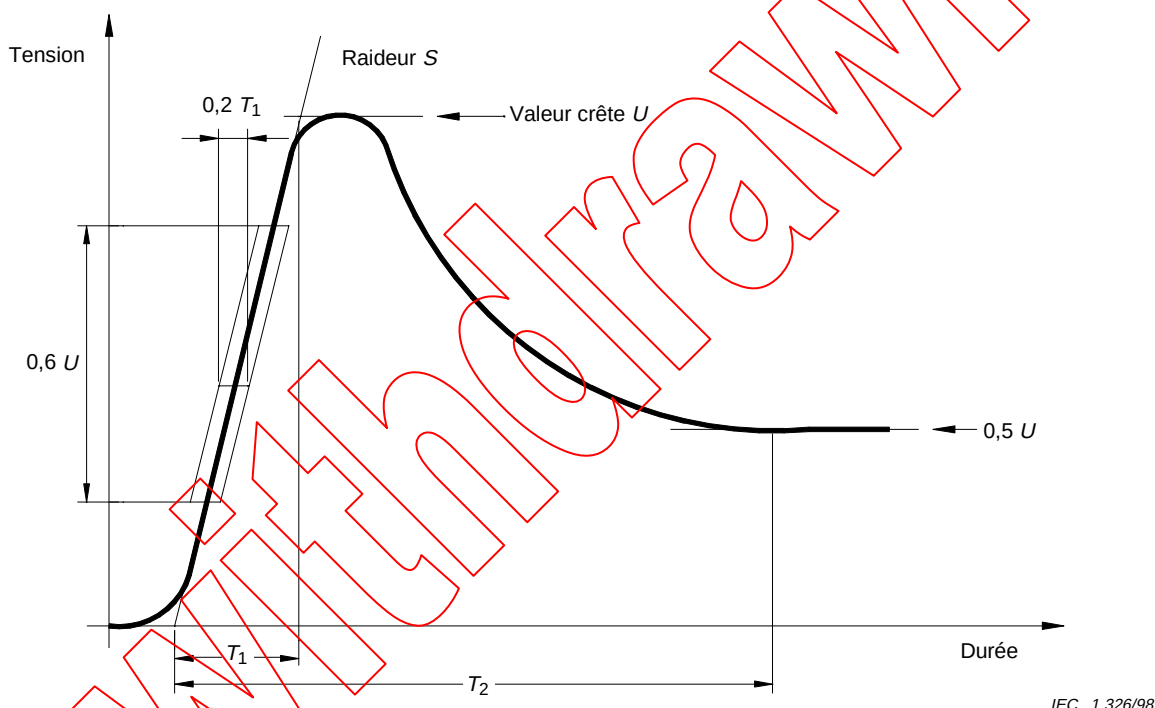
tension d'épreuve

valeur d'une tension d'épreuve de forme d'onde type pour laquelle une nouvelle valve, dont l'intégrité est intacte, ne présente aucune décharge disruptive et respecte tous les autres critères d'acceptation spécifiés pour l'essai particulier, lorsqu'elle est soumise à un nombre spécifié d'applications ou une durée spécifiée d'application de la tension d'essai, dans les conditions spécifiées

3.1.2

tension de choc à front raide

tension de choc à front rapide dont le temps de crête est inférieur à celui d'une tension de choc de foudre type mais non inférieur à celui d'une tension à front très rapide selon la définition de la CEI 60071-1. Pour la présente norme, une tension de choc à front raide est définie, dans le cadre des essais, par la figure 1.



NOTES

U = Valeur crête spécifiée de la tension d'essai aux ondes de front raide (kV)

S = Raideur spécifiée de la tension d'essai aux ondes de front raide (kV/ μ s)

$$T_1 = \text{Durée de front fictive} = \frac{U}{S} \text{ (}\mu\text{s)}$$

Les conditions suivantes doivent être remplies:

- La valeur crête de la tension d'essai enregistrée doit être égale à $U \pm 3 \%$. Cette tolérance est identique à celle de la CEI 60060 pour des tensions de choc de foudre normalisées.
- Pour une excursion de tension de $0,6 U$ au minimum, la portion croissante de la tension d'essai enregistrée doit être entièrement comprise entre deux lignes parallèles de raideur S et de séparation $0,2 T_1$.
- La valeur de la tension d'essai à T_2 ne doit pas être plus basse que $0,5 U$. T_2 est défini comme l'intervalle de temps entre l'origine et l'instant où la tension a diminué à la moitié de la crête de la forme d'onde obtenue de l'étude de réseau. Cependant, la détection d'un amorçage inattendu des thyristors par un dv/dt doit être assurée.

Figure 1 – Tension d'essai aux ondes de front raide

3.1 Insulation co-ordination terms

3.1.1

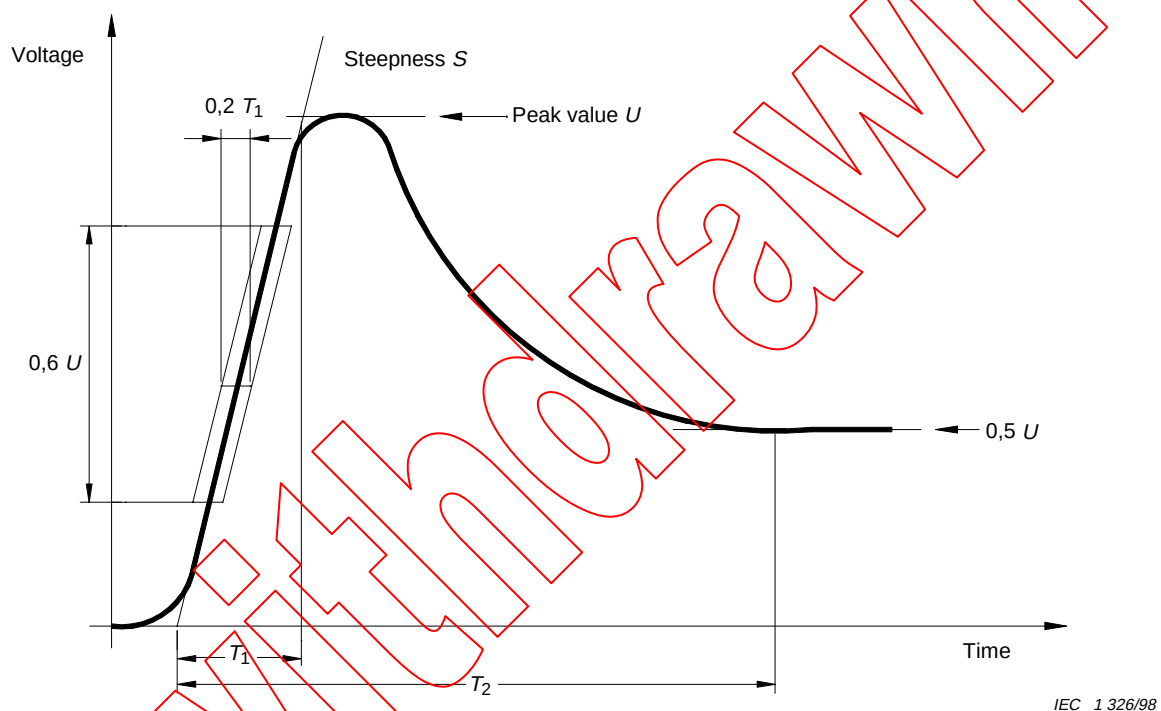
test withstand voltage

value of a test voltage of standard waveshape at which a new valve, with unimpaired integrity, does not show any disruptive discharge and meets all other acceptance criteria specified for the particular test, when subjected to a specified number of applications or a specified duration of the test voltage, under specified conditions

3.1.2

steep front impulse

fast-front voltage impulse whose time to peak is less than that of a standard lightning impulse but not less than that of a very-fast-front voltage as defined in IEC 60071-1. For this standard, a steep front impulse voltage for test purposes is defined by figure 1.



NOTES

U = Specified peak value of steep front impulse test voltage (kV)

S = Specified steepness of steep front impulse test voltage (kV/ μ s)

T_1 = Virtual front time = $\frac{U}{S}$ (μ s)

The following conditions shall be satisfied:

- The peak value of the recorded test voltage shall be $U \pm 3\%$. This tolerance is the same as that in IEC 60060 for standard lightning impulse.
- Over a voltage excursion of not less than $0,6 U$, the rising portion of the recorded test voltage shall be entirely contained between two parallel lines of steepness S and separation $0,2 T_1$.
- The value of the test voltage at T_2 shall not be lower than $0,5 U$. T_2 is defined as the time interval between the origin and the instant when the voltage has decreased to half the peak value of the waveform which is obtained from system study. However, it shall be assured that an unintentional dv/dt switching of the thyristors can be adequately detected.

Figure 1 – Steep front impulse test voltage

3.1.3

isolement interne et externe

l'air extérieur aux composants et matériaux isolants de la valve, mais contenu dans le profil de la valve ou de l'unité de valve multiple est considéré comme faisant partie du système d'isolement interne de la valve. L'isolement externe est constitué par l'air situé entre la surface externe de la valve ou de l'unité de valve multiple et son environnement.

3.1.4

allumage de protection de valve

moyen de protéger les thyristors contre une surtension en provoquant un allumage à une tension prédéterminée

3.2 Termes relatifs à la construction des valves

3.2.1

support de valve

partie de la valve offrant un support mécanique et une isolation électrique par rapport à la terre de la partie active de la valve abritant les sections de valve

NOTE – Il est possible que les conceptions de valve ne présentent pas toutes une identification claire sous une forme discrète des parties de valves constituant des supports de valve.

3.2.2

structure de valve

structure physique maintenant les niveaux des thyristors d'une valve isolée à la tension appropriée au-dessus du potentiel de terre

3.2.3

niveaux de thyristors redondants

niveaux de thyristors dans la chaîne en série susceptibles d'être court-circuités alors que les caractéristiques fonctionnelles d'essai type spécifiées pour la valve sont toujours respectées

3.2.4

électronique de base de la valve

unité électronique, au potentiel de terre, constituant l'interface entre le système de commande du convertisseur et les valves à thyristors

3.3 Essais de type

essais réalisés pour vérifier que la conception d'une valve respecte les prescriptions spécifiées. Dans la présente norme, les essais de type sont classés en deux catégories principales: essais diélectriques et essais de fonctionnement.

3.3.1

essais diélectriques

essais réalisés pour vérifier les caractéristiques haute tension de la valve

3.3.2

essais de fonctionnement

essais réalisés pour vérifier les caractéristiques de la valve liées à l'amorçage, au désamorçage et au courant

3.4 Essais de série

Essais réalisés pour vérifier que la fabrication s'effectue correctement, de façon que les propriétés d'une valve correspondent à celles spécifiées.

3.1.3

internal and external insulation

air external to the components and insulating materials of the valve, but contained within the profile of the valve or multiple valve unit is considered as part of the internal insulation system of the valve. The external insulation is the air between the external surface of the valve or multiple valve unit and its surroundings.

3.1.4

valve protective firing

means of protecting the thyristors from excessive voltage by firing them at a predetermined voltage

3.2 Valve construction terms

3.2.1

valve support

that part of the valve which mechanically supports and electrically insulates from earth the active part of the valve which houses the valve sections

NOTE – A part of a valve which is clearly identifiable in a discrete form to be a valve support may not exist in all designs of valves.

3.2.2

valve structure

physical structure holding the thyristor levels of a valve which is insulated to the appropriate voltage above earth potential

3.2.3

redundant thyristor levels

thyristor levels in the series string which may be short circuited, while the specified type test performance of the valve is still met

3.2.4

valve base electronics

electronic unit, at earth potential, which is the interface between the control system for the converter and the thyristor valves

3.3 Type tests

Those tests which are carried out to verify that the valve design will meet the requirements specified. In this standard, type tests are classified under two major categories: dielectric tests and operational tests.

3.3.1

dielectric tests

those tests which are carried out to verify the high voltage characteristics of the valve

3.3.2

operational tests

those tests which are carried out to verify the turn-on, turn-off and current related characteristics of the valve

3.4 Production tests

Those tests which are carried out to verify proper manufacture, so that the properties of a valve correspond to those specified.

3.4.1

essais individuels de série

essais de série réalisés sur toutes les valves, sections de valve ou composants

3.4.2

essais sur prélèvement

essais de série réalisés sur un petit nombre de valves, sections de valves ou composants prélevés de façon aléatoire dans un lot

4 Prescriptions générales

4.1 Lignes directrices concernant la réalisation d'essais de type

4.1.1 Substitution de preuve

Chaque conception de valve doit être soumise aux essais de type spécifiés dans la présente norme. Si l'on peut démontrer que la valve est similaire à une valve précédemment soumise à des essais, il est admis que le fournisseur, au lieu de réaliser un essai de type, soumette à l'acheteur pour examen le rapport d'essai d'un essai de type précédent. Il convient de l'accompagner d'un rapport distinct détaillant les différences de conception et démontrant la manière dont l'essai de type référencé satisfait aux objectifs de l'essai pour la conception proposée.

4.1.2 Objet soumis à l'essai

- a) Il est permis de réaliser certains essais de type soit sur une valve entière soit sur des sections de valve, comme indiqué dans le tableau 2. Pour ces essais de type réalisés sur des sections de valve, le nombre total de sections soumises aux essais doit être au moins égal au nombre correspondant à une valve entière.
- b) Les mêmes sections de valve doivent être utilisées pour tous les essais de type, sauf spécification contraire.
- c) Avant le début des essais de type, il convient de démontrer que la valve, les sections de valve et/ou leurs composants ont résisté aux essais de série afin d'assurer une fabrication correcte.

4.1.3 Séquence d'essais

Les essais de type spécifiés peuvent être réalisés dans un ordre quelconque.

NOTE – Des essais impliquant une mesure de décharge partielle sont susceptibles d'apporter un degré de fiabilité supérieur s'ils sont réalisés à la fin du programme d'essai de type diélectrique.

4.1.4 Procédures d'essai

Les essais doivent être réalisés conformément à la CEI 60060, si elle s'applique.

4.1.5 Température ambiante des essais

Les essais doivent être réalisés à la température ambiante prédominant dans l'installation d'essai, sauf spécification contraire.

4.1.6 Fréquence d'essai

Des essais diélectriques en courant alternatif peuvent être réalisés soit à 50 Hz, soit à 60 Hz. Pour les essais de fonctionnement, des prescriptions spécifiques concernant la fréquence d'essai figurent dans les articles correspondants.

3.4.1

routine tests

those production tests which are carried out on all valves, valve sections or components

3.4.2

sample tests

those production tests which are carried out on a small number of valves, valve sections or components taken at random from a batch

4 General requirements

4.1 Guidelines for the performance of type tests

4.1.1 Evidence in lieu

Each design of valve shall be subjected to the type tests specified in this standard. If the valve is demonstrably similar to one previously tested, the supplier may, in lieu of performing a type test, submit a test report of a previous type test for consideration by the purchaser. This should be accompanied by a separate report detailing the differences in the design and demonstrating how the referenced type test satisfies the test objectives for the proposed design.

4.1.2 Test object

- a) Certain type tests may be performed either on a complete valve or on valve sections, as indicated in table 2. For those type tests on valve sections, the total number of valve sections tested shall be at least as many as the number in a complete valve.
- b) The same valve sections shall be used for all type tests unless otherwise stated.
- c) Prior to commencement of type tests, the valve, valve sections and/or the components of them should be demonstrated to have withstood the production tests to ensure proper manufacture.

4.1.3 Sequence of tests

The type tests specified can be carried out in any order.

NOTE – Tests involving partial discharge measurement may provide added confidence if performed at the end of the dielectric type test programme.

4.1.4 Test procedures

The tests shall be performed in accordance with IEC 60060, where applicable.

4.1.5 Ambient temperature for testing

The tests shall be performed at the prevailing ambient temperature of the test facility, unless otherwise specified.

4.1.6 Frequency for testing

AC dielectric tests can be performed at either 50 Hz or 60 Hz. For operational tests, specific requirements regarding the frequency for testing are given in the relevant clauses.

4.1.7 Rapports d'essai

A l'issue des essais de type, le fournisseur doit produire des rapports d'essai de type conformes à l'article 16.

4.2 Correction atmosphérique

Lorsque l'article correspondant le spécifie, une correction atmosphérique doit être appliquée aux tensions d'essai conformément à la CEI 60060-1. Les conditions de référence auxquelles doit être apportée une correction sont les suivantes:

- pression: pression atmosphérique normalisée (101,3 kPa), corrigée en fonction de l'altitude du site sur lequel le matériel sera installé;
- température: température maximale nominale de la valve (°C);
- humidité: humidité minimale nominale absolue de la valve (g/m³).

Les valeurs à utiliser doivent être spécifiées par le fournisseur.

4.3 Traitement de la redondance

4.3.1 Essais diélectriques

Pour tous les essais diélectriques entre les bornes de valves, les niveaux de thyristors redondants doivent être court-circuités, à l'exception éventuellement de l'essai d'allumage non-périodique de valve (voir 8.4). L'emplacement des niveaux de thyristors à court-circuiter doit faire l'objet d'un accord entre l'acheteur et le fournisseur.

NOTE – En fonction de la conception, il est permis d'imposer des limites au niveau de la répartition des niveaux de thyristors court-circuités. Par exemple, il peut exister une limite supérieure relative au nombre de niveaux de thyristors court-circuités dans une seule section de valve.

4.3.2 Essais de fonctionnement

Pour les essais de fonctionnement, les niveaux de thyristors redondants ne doivent pas être court-circuités. Les tensions d'essai utilisées doivent être réglées au moyen d'un rapport de comptage k_n , tel que

$$k_n = \frac{N_{tut}}{N_t - N_r}$$

où

N_{tut} est le nombre de niveaux de thyristors en série dans l'objet d'essai;

N_t est le nombre total de niveaux de thyristors en série dans la valve;

N_r est le nombre total de niveaux de thyristors redondants en série dans la valve.

4.4 Critères de réussite des essais de type

On constate souvent dans l'industrie que, même si une valve est soigneusement conçue, il est impossible d'éviter des défaillances aléatoires occasionnelles des composants de niveaux de thyristors en cours de fonctionnement. Même si ces défaillances sont susceptibles d'être liées à des contraintes, elles sont considérées comme aléatoires dans la mesure où la cause de la défaillance ou la relation entre le taux de défaillance et la contrainte n'est pas prévisible ou ne se prête pas à une définition quantitative précise. Les essais de type soumettent des valves ou des sections de valves, dans un court laps de temps, à de multiples contraintes qui correspondent généralement aux pires contraintes, auxquelles le matériel ne peut être exposé que peu de fois au cours de la durée de vie de la valve. De ce fait, les critères de réussite des essais de type fixés ci-dessous n'autorisent qu'un nombre réduit de défaillances des niveaux de thyristors au cours des essais de type, à condition que ces défaillances soient rares et ne présentent aucun signe indiquant un défaut de conception.

4.1.7 Test reports

At the completion of the type tests, the supplier shall provide type test reports in accordance with clause 16.

4.2 Atmospheric correction

When specified in the relevant clause, atmospheric correction shall be applied to the test voltages in accordance with IEC 60060-1. The reference conditions to which correction shall be made are the following:

- pressure: standard atmospheric air pressure (101,3 kPa), corrected to the altitude of the site at which the equipment will be installed;
- temperature: design maximum valve hall air temperature (°C);
- humidity: design minimum valve hall absolute humidity (g/m³).

The values to be used shall be specified by the supplier.

4.3 Treatment of redundancy

4.3.1 Dielectric tests

For all dielectric tests between valve terminals, the redundant thyristor levels shall be short circuited, with the possible exception of the valve non-periodic firing test (see 8.4). The location of thyristor levels to be short circuited shall be agreed by the purchaser and supplier.

NOTE – Depending on the design, limitations may be imposed upon the distribution of short-circuited thyristor levels. For example, there may be an upper limit to the number of short-circuited thyristor levels in one valve section.

4.3.2 Operational tests

For operational tests, redundant thyristor levels shall not be short circuited. The test voltages used shall be adjusted by means of a scaling factor k_n :

$$k_n = \frac{N_{tut}}{N_t - N_r}$$

where

N_{tut} is the number of series thyristor levels in the test object;

N_t is the total number of series thyristor levels in the valve;

N_r is the total number of redundant series thyristor levels in the valve.

4.4 Criteria for successful type testing

Experience in industry ascertains that, even with the most careful design of valves, it is not possible to avoid occasional random failures of thyristor level components during service operation. Even though these failures may be stress-related, they are considered random to the extent that the cause of failure or the relationship between failure rate and stress cannot be predicted or is not amenable to precise quantitative definition. Type tests subject valves or valve sections, within a short time, to multiple stresses that generally correspond to the worst stresses that can be experienced by the equipment not more than a few times during the life of the valve. Considering the above, the criteria for successful type testing set out below therefore permit a small number of thyristor levels to fail during type testing, providing that the failures are rare and do not show any pattern that is indicative of inadequate design.

4.4.1 Critères applicables aux niveaux de thyristors

- a) Si, à la suite d'un essai de type répertorié dans l'article 5, plus d'un niveau de thyristors (ou plus de 1 % des niveaux de thyristors connectés en série dans une valve entière, si cette valeur est supérieure) a été court-circuité, on doit alors estimer que la valve n'a pas réussi les essais de type.
- b) Si, à la suite d'un essai de type, un niveau de thyristors (ou plus si la valeur s'inscrit dans une limite de 1 %) a été court-circuité, le ou les niveaux défaillants doivent être rétablis et l'essai de type est continué.
- c) Si le nombre cumulé de niveaux de thyristors court-circuités au cours de tous les essais de type dépasse 3 % des niveaux de thyristors connectés en série dans une valve entière, la valve doit être considérée comme n'ayant pas réussi l'essai de type.
- d) Lorsque des essais de type sont réalisés sur des sections de valve, les critères d'acceptation ci-dessus s'appliquent également car le nombre de sections de valve ne doit pas être inférieur au nombre de sections compris dans une valve entière (voir 4.1.2 a).
- e) La valve ou les sections de valve doivent être vérifiées après chaque essai de type afin de déterminer si des niveaux de thyristors ont été court-circuités. Il est possible de remplacer, avant de poursuivre les essais, des thyristors ou composants auxiliaires qui se sont révélés défaillants au cours ou à la fin d'un essai de type.
- f) A l'issue du programme d'essai, la valve ou les sections de valve doivent subir une série d'essais de vérification, qui doit inclure au minimum:
 - la vérification de la résistance à la tension des niveaux de thyristors à la fois en direction directe et inversée;
 - la vérification des portes analogiques;
 - la vérification des circuits de surveillance;
 - la vérification des circuits de protection des niveaux de thyristors par application de surtensions transitoires au-dessus et en-dessous de la ou des positions de protection;
 - la vérification des circuits de répartition des potentiels.
- g) Les courts-circuits de niveaux de thyristors survenant au cours des essais de vérification doivent être pris en compte parmi les critères d'acceptation définis ci-dessus. En plus des niveaux court-circuités, le nombre total de niveaux de thyristors présentant des défauts n'occasionnant pas de courts-circuits de niveaux, et découverts au cours du programme d'essai type et des essais de vérification ultérieurs, ne doit pas dépasser 3 % du nombre des niveaux de thyristors connectés en série dans une valve entière. Si le nombre total de tels niveaux dépasse 3 %, la nature des défauts et leur cause doivent faire l'objet d'une révision, et les démarches additionnelles, s'il y en avait, doivent être décidées conjointement par l'acheteur et le fournisseur.
- h) Lorsque l'on applique les critères de pourcentage pour déterminer le nombre maximum autorisé de niveaux de thyristors court-circuités ainsi que le nombre maximum de défauts autorisés n'ayant pas occasionné de court-circuit de niveaux, il est courant d'arrondir toutes les fractions au nombre entier supérieur, comme l'illustre le tableau 1.

Tableau 1 – Défauts de niveaux de thyristors autorisés au cours des essais

Nombre de niveaux de thyristors dans une valve entière moins le nombre de niveaux redondants ($N_t - N_r$)	Nombre de niveaux de thyristors qu'il est permis de court-circuiter dans un essai de type quelconque	Nombre total de niveaux de thyristors qu'il est permis de court-circuiter dans tous les essais de type	Nombre supplémentaire de niveaux de thyristors, dans tous les essais de type, ayant laissé apparaître un défaut mais n'ayant pas été court-circuités
jusqu'à 33	1	1	1
34 à 67	1	2	2
68 à 100	1	3	3
etc.			

4.4.1 Criteria applicable to thyristor levels

- a) If, following a type test as listed in clause 5, more than one thyristor level (alternatively more than 1 % of the series-connected thyristor levels in a complete valve, if greater) has become short circuited, then the valve shall be deemed to have failed the type tests.
- b) If, following a type test, one thyristor level (or more if still within the 1 % limit) has become short circuited, then the failed level(s) shall be restored and the type test continued.
- c) If the cumulative number of short-circuited thyristor levels during all type tests is more than 3 % of the series-connected thyristor levels in a complete valve, then the valve shall be deemed to have failed the type test.
- d) When type tests are performed on valve sections, the criteria for acceptance above also apply since the number of valve sections tested shall be not less than the number of sections in a complete valve (see 4.1.2 a).
- e) The valve or valve sections shall be checked after each type test to determine whether or not any thyristor levels have become short-circuited. Failed thyristors or auxiliary components found during or at the end of a type test may be replaced before further testing.
- f) At the completion of the test programme, the valve or valve sections shall undergo a series of check tests, which shall include as a minimum:
 - check for voltage withstand of thyristor levels in both forward and reverse direction;
 - check of the gating circuits;
 - check of the monitoring circuits;
 - check of the thyristor level protection circuits by application of transient voltages above and below the protection setting(s);
 - check of the voltage grading circuits.
- g) Thyristor level short circuits occurring during the check tests shall be counted as part of the criteria for acceptance defined above. In addition to short-circuited levels, the total number of thyristor levels exhibiting faults which do not result in thyristor level short circuit, which are discovered during the type test programme and the subsequent check tests, shall not exceed 3 % of the series-connected thyristor levels in a complete valve. If the total number of such levels exceeds 3%, then the nature of the faults and their cause shall be reviewed and additional action, if any, agreed between purchaser and supplier.
- h) When applying the percentage criteria to determine the permitted maximum number of short-circuited thyristor levels and the permitted maximum number of levels with faults which have not resulted in a thyristor level becoming short-circuited, it is usual practice to round off all fractions to the next highest integer, as illustrated in table 1.

Table 1 – Thyristor level faults permitted during type tests

Number of thyristor levels in a complete valve minus the number of redundant levels ($N_t - N_r$)	Number of thyristor levels permitted to become short-circuited in any one type test	Total number of thyristor levels permitted to become short-circuited in all type tests	Additional number of thyristor levels, in all type tests, which have experienced a fault but have not become short-circuited
up to 33	1	1	1
34 to 67	1	2	2
68 to 100	1	3	3
etc.			

La répartition des niveaux court-circuités et d'autres défauts de niveaux de thyristors à l'issue de tous les essais de type doit être essentiellement aléatoire et ne doit présenter aucun signe indiquant une conception inadaptée.

4.4.2 Critères applicables à la valve dans son ensemble

Une panne ou une décharge en surface externe au niveau du matériel électrique commun, associée à plus d'un niveau de thyristor de la valve, ou une décharge disruptive dans le matériau diélectrique constituant en partie la structure de la valve, des conduites de refroidissement, des guides optiques, ou d'autres parties isolantes du système de répartition et de transmission d'impulsion, ne doivent pas être autorisées.

La température à la surface des composants et des conducteurs, de même que celle des joints et connexions parcourus par un courant, et la température des surfaces de montage adjacentes doivent toujours rester dans les limites autorisées par la conception.

5 Liste des essais de type

Le tableau 2 ci-dessous donne la liste récapitulative des essais de type présentés dans les articles 6 à 13.

Tableau 2 – Liste des essais de type

Essai de type	Article ou paragraphe	Objet d'essai
Essai de support de valve sous tension continue	6.3.1	Support de valve
Essai de support de valve sous tension alternative	6.3.2	Support de valve
Essai de support de valve sous tension de choc de manoeuvre	6.3.3	Support de valve
Essai de support de valve sous tension de choc de foudre	6.3.4	Support de valve
Essai de MVU sous tension continue à la terre	7.3.1	MVU
Essai de MVU sous tension alternative	7.3.2	MVU
Essai de MVU sous tension de choc de manoeuvre	7.3.3	MVU
Essai de MVU sous tension de choc de foudre	7.3.4	MVU
Essai de valve sous tension constante	8.3.1	Valve
Essai de valve sous tension alternative	8.3.2	Valve
Essai de valve sous tension de choc de manoeuvre	8.3.4	Valve
Essai de valve sous tension de choc de foudre	8.3.5	Valve
Essai de valve sous tension de choc à front raide	8.3.6	Valve
Essai d'allumage non périodique de valve	8.4	Valve
Essais en service continu maximal	9.3.1	Valve ou section de valve
Essai en service temporaire maximal ($\alpha = 90^\circ$)	9.3.2	Valve ou section de valve
Essais sous tension alternative minimale	9.3.3	Valve ou section de valve
Essai à manque de tension temporaire	9.3.4	Valve ou section de valve
Essais avec courant continu intermittent	9.3.5	Valve ou section de valve
Essais sous tension directe transitoire durant la période de rétablissement	10	Valve ou section de valve
Essai en courant de défaut à une boucle avec réapplication de tension directe	11.3.1	Valve ou section de valve
Essai en courant de défaut à boucle multiple sans réapplication de tension directe	11.3.2	Valve ou section de valve
Essais sur l'insensibilité de la valve aux perturbations électromagnétiques	12	Valve ou section de valve
Essai de caractéristiques spéciales	13	Valve ou section de valve

The distribution of short-circuited levels and of other thyristor level faults at the end of all type tests shall be essentially random and not show any pattern that may be indicative of inadequate design.

4.4.2 Criteria applicable to the valve as a whole

Breakdown of or external flashover across common electrical equipment associated with more than one thyristor level of the valve, or disruptive discharge in dielectric material forming part of the valve structure, cooling ducts, light guides or other insulating parts of the pulse transmission and distribution system shall not be permitted.

Component and conductor surface temperatures, together with associated current-carrying joints and connections, and the temperature of adjacent mounting surfaces shall at all times remain within limits permitted by the design.

5 List of type tests

The table below lists the type tests given in clauses 6 to 13.

Table 2 – List of type tests

Type test	Clause or subclause	Test object
Valve support d.c. voltage test	6.3.1	Valve support
Valve support a.c. voltage test	6.3.2	Valve support
Valve support switching impulse test	6.3.3	Valve support
Valve support lightning impulse test	6.3.4	Valve support
MVU d.c. voltage test to earth	7.3.1	MVU
MVU a.c. voltage test	7.3.2	MVU
MVU switching impulse test	7.3.3	MVU
MVU lightning impulse test	7.3.4	MVU
Valve d.c. voltage test	8.3.1	Valve
Valve a.c. voltage test	8.3.2	Valve
Valve switching impulse test	8.3.4	Valve
Valve lightning impulse test	8.3.5	Valve
Valve steep front impulse test	8.3.6	Valve
Valve non-periodic firing test	8.4	Valve
Maximum continuous operating duty tests	9.3.1	Valve or valve-section
Maximum temporary operating duty test ($\alpha = 90^\circ$)	9.3.2	Valve or valve-section
Minimum a.c. voltage tests	9.3.3	Valve or valve-section
Temporary undervoltage test	9.3.4	Valve or valve-section
Intermittent direct current tests	9.3.5	Valve or valve-section
Tests with transient forward voltage during recovery period	10	Valve or valve-section
One-loop fault current test with re-applied forward voltage	11.3.1	Valve or valve-section
Multiple-loop fault current test without re-applied forward voltage	11.3.2	Valve or valve-section
Tests for valve insensitivity to electromagnetic disturbance	12	Valve or valve-section
Testing of special features	13	Valve or valve-section

6 Essais diélectriques sur support de valve

6.1 Objectifs des essais

Les principaux objectifs de ces essais consistent à:

- vérifier la capacité de résistance à la tension au niveau de l'isolation du support de valve, des conduits de refroidissement, des guides optiques et d'autres composants isolants associés au support de valve. S'il existe une isolation à la terre autre que le support de valve, il se peut que des essais supplémentaires soient nécessaires.
- vérifier que les tensions d'extinction et de seuil de décharge partielle sont supérieures à la tension de fonctionnement maximale présente sur le support de valve.

NOTE – Selon l'application, il est éventuellement possible d'éliminer certains essais sur le support de valve, après accord entre l'acheteur et le fournisseur.

6.2 Objet soumis à l'essai

Il est admis que le support de valve à utiliser pour les essais soit un objet représentatif distinct comprenant une représentation des parties adjacentes de la valve, ou qu'il fasse partie de l'ensemble utilisé pour les essais d'unité de valve unique ou multiple. Il doit être assemblé tandis que tous les composants auxiliaires sont en place et les surfaces au potentiel de terre adjacentes doivent être correctement représentées. Pour l'essai, l'agent de refroidissement doit être placé dans des conditions représentant les conditions de service les plus défavorables.

6.3 Prescriptions d'essai

Tous les niveaux d'essai indiqués ci-dessous sont soumis à une correction atmosphérique selon la description donnée en 4.2.

6.3.1 Essai sur support de valve sous tension continue

Les deux bornes principales de la valve doivent être reliées l'une à l'autre et la tension continue appliquée alors entre les deux bornes principales ainsi connectées et la terre. A partir d'une tension égale au maximum à 50 % de la tension d'essai maximale, la tension doit être élevée à la tension d'essai spécifiée de 1 min, en 10 s environ; elle doit être maintenue constante pendant 1 min, réduite à la tension d'essai spécifiée de 3 h, maintenue constante pendant 3 h, puis réduite à zéro. Durant la dernière heure de l'essai de 3 h spécifié, le nombre de décharges partielles dépassant 300 pC doit être enregistré selon la description fournie par l'annexe B.

Le nombre d'impulsions supérieures à 300 pC ne doit pas dépasser 15 impulsions par minute, selon une moyenne établie sur l'ensemble de la période d'enregistrement. Parmi celles-ci, pas plus de sept impulsions par minute ne doivent dépasser 500 pC, pas plus de trois impulsions par minute ne doivent dépasser 1000 pC, et pas plus d'une impulsion par minute ne doit dépasser 2000 pC.

NOTE – Si une tendance croissante est observée au niveau de l'amplitude ou du taux de décharge partielle, il est permis de rallonger la durée d'essai après accord mutuel entre l'acheteur et le fournisseur.

L'essai doit alors être répété avec une tension de polarité opposée.

La tension d'essai continue du support de valve U_{tds} doit être déterminée de la façon suivante:

$$U_{tds} = \pm U_{dms} \times k_1 \times k_t$$

où

U_{dms} est la valeur maximale de la composante continue de la tension de fonctionnement en régime établi au niveau du support de valve;

6 Dielectric tests on valve support

6.1 Purpose of tests

The principal objectives of these tests are:

- a) to verify the voltage withstand capability of the insulation of the valve support, cooling ducts, light guides and other insulating components associated with the valve support. If there is insulation to earth other than the valve support then additional tests may be necessary.
- b) to verify that the partial discharge inception and extinction voltages are above the maximum operating voltage appearing on the valve support.

NOTE – Depending upon the application, it may be possible to eliminate some of the tests on the valve support, subject to agreement between purchaser and supplier.

6.2 Test object

The valve support to be used for the tests may be a representative separate object including representation of the adjacent parts of the valve, or may form part of the assembly used for single valve or multiple valve unit tests. It shall be assembled with all ancillary components in place and shall have the adjacent earth potential surfaces properly represented. The coolant shall be in a condition representative of the most onerous service condition for the purpose of the test.

6.3 Test requirements

All test levels given below are subject to atmospheric correction as described in 4.2.

6.3.1 Valve support d.c. voltage test

The two main terminals of the valve shall be connected together and the d.c. voltage then applied between the two main terminals thus connected and earth. Starting from a voltage not higher than 50 % of the maximum test voltage, the voltage shall be raised to the specified 1 min test voltage in approximately 10 s, kept constant for 1 min, reduced to the specified 3 h test voltage, kept constant for 3 h and then reduced to zero. During the last hour of the specified 3 h test, the number of partial discharges exceeding 300 pC shall be recorded as described in annex B.

The number of pulses exceeding 300 pC shall not exceed 15 pulses per minute, averaged over the recording period. Of these, no more than seven pulses per minute shall exceed 500 pC, no more than three pulses per minute shall exceed 1000 pC and no more than one pulse per minute shall exceed 2000 pC.

NOTE – If an increasing trend in the magnitude or rate of partial discharge is observed the test duration may be extended by mutual agreement between the purchaser and supplier.

The test shall then be repeated with the voltage of opposite polarity.

The valve support d.c. test voltage U_{tds} shall be determined in accordance with the following:

$$U_{tds} = \pm U_{dms} \times k_1 \times k_t$$

where

U_{dms} is the maximum value of the d.c. component of the steady-state operating voltage appearing across the valve support;

- k_1 est le facteur de sécurité d'essai;
 $k_1 = 1,6$ pour un essai de 1 min;
 $k_1 = 1,3$ pour un essai de 3 h;
 k_t est le facteur de correction atmosphérique;
 k_t est la valeur conforme à 4.2 pour un essai de 1 min;
 $k_t = 1,0$ pour un essai de 3 h.

6.3.2 Essai sur support de valve sous tension alternative

Avant l'essai, le support de valve doit être court-circuité et relié à la terre pendant 2 h au minimum.

Pour réaliser l'essai, les deux bornes principales de la valve doivent être reliées l'une à l'autre et la tension d'essai alternative appliquée alors entre les deux bornes principales ainsi connectées et la terre. A partir d'une tension égale au maximum à 50 % de la tension d'essai maximale, la tension doit être élevée à la tension d'essai spécifiée de 1 min U_{tas1} , en 10 s environ; elle doit être maintenue constante pendant 1 min, réduite à la tension d'essai spécifiée de 30 min U_{tas2} , maintenue constante pendant 30 min, puis réduite à zéro. Pendant l'essai de 30 min spécifié, le niveau de décharge partielle doit être contrôlé et enregistré. Si la valeur de décharge partielle est inférieure à 200 pC, il est permis d'accepter la conception sans conditions. Si la valeur de décharge partielle dépasse 200 pC, les résultats d'essai doivent être évalués (voir article B.4).

La valeur efficace de la tension d'essai continue du support de valve, U_{tas} , doit être déterminée de la façon suivante:

$$U_{tas} = \frac{U_{ms}}{\sqrt{2}} \times k_2 \times k_t \times k_r$$

où

- U_{ms} est la valeur de crête de la tension de fonctionnement répétitive maximale au niveau du support de valve durant le fonctionnement en régime établi, y compris la suroscillation;
 U_{tas1} est la tension d'essai de 1 min;
 U_{tas2} est la tension d'essai de 30 min;
 k_2 est le facteur de sécurité d'essai;
 $k_2 = 1,3$ pour essai de 1 min;
 $k_2 = 1,15$ pour essai de 30 min;
 k_t est le facteur de correction atmosphérique;
 k_t est la valeur conforme à 4.2 pour un essai de 1 min;
 $k_t = 1,0$ pour essai de 30 min;
 k_r est le facteur de surtension temporaire;
 k_r est la valeur déterminée à partir des études du système pour l'essai de 1 min;
 $k_r = 1,0$ pour l'essai de 30 min.

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

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

Une forme d'onde de choc de manoeuvre normalisée, conforme à la CEI 60060, doit être utilisée.

La tension d'essai doit être choisie en fonction de la coordination de l'isolement de la sous-station CCHT.

- k_1 is a test safety factor;
 $k_1 = 1,6$ for the 1 min test;
 $k_1 = 1,3$ for the 3 h test;
 k_t is the atmospheric correction factor;
 k_t is the value according to 4.2 for the 1 min test;
 $k_t = 1,0$ for the 3 h test.

6.3.2 Valve support a.c. voltage test

Prior to the test, the valve support shall be short-circuited and earthed for a minimum of 2 h.

To perform the test, the two main terminals of the valve shall be connected together, and the a.c. test voltage then applied between the two main terminals thus connected and earth. Starting from a voltage not higher than 50 % of the maximum test voltage, the voltage shall be raised to the specified 1 min test voltage U_{tas1} within approximately 10 s, kept constant for 1 min, reduced to the specified 30 min test voltage U_{tas2} , kept constant for 30 min and then reduced to zero. During the specified 30 min test, the level of partial discharge shall be monitored and recorded. If the value of partial discharge is below 200 pC, the design may be accepted unconditionally. If the value of partial discharge exceeds 200 pC, the test results shall be evaluated (see clause B.4).

The r.m.s. value of the valve support a.c. test voltage U_{tas} shall be determined in accordance with the following:

$$U_{tas} = \frac{U_{ms}}{\sqrt{2}} \times k_2 \times k_t \times k_r$$

where

- U_{ms} is the peak value of the maximum repetitive operating voltage across the valve support during steady-state operation, including commutation overshoot;
 U_{tas1} is the 1 min test voltage;
 U_{tas2} is the 30 min test voltage;
 k_2 is a test safety factor;
 $k_2 = 1,3$ for the 1 min test;
 $k_2 = 1,15$ for the 30 min test;
 k_t is the atmospheric correction factor;
 k_t is the value according to 4.2 for the 1 min test;
 $k_t = 1,0$ for the 30 min test;
 k_r is the temporary overvoltage factor;
 k_r is the value determined from system studies for the 1 min test;
 $k_r = 1,0$ for the 30 min test.

6.3.3 Valve support switching impulse test

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

A standard switching impulse voltage waveshape in accordance with IEC 60060 shall be used.

The test voltage shall be selected in accordance with the insulation co-ordination of the HVDC substation.

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

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 à la valve et à la terre.

Une forme d'onde de choc de foudre normalisée, conforme à la CEI 60060, doit être utilisée.

La tension d'essai doit être choisie en fonction de la coordination de l'isolement de la sous-station CCHT.

NOTE – Si l'on utilise de nouveaux matériaux isolants sans expérimentation en service probante, il convient d'envisager la réalisation d'un essai de tension de choc de front raide supplémentaire.

7 Essais diélectriques pour unités de valves multiples (MVU)

7.1 Objectif des essais

Les principaux objectifs de ces essais consistent à:

- a) vérifier la capacité de résistance à la tension au niveau de l'isolation externe du MVU, par rapport à son environnement, en particulier pour la valve connectée au potentiel du pôle;
- b) vérifier la capacité de résistance à la tension entre des valves uniques dans une structure MVU;
- c) vérifier que les niveaux de décharge partielle se situent dans les limites spécifiées.

7.2 Objet soumis à l'essai

Il existe plusieurs dispositions possibles pour les valves et unités de valves multiples. Le ou les objets d'essai doivent être sélectionnés afin de refléter, aussi précisément que possible, la configuration en service des valves, dans la mesure où cela est nécessaire pour l'essai en question. L'objet d'essai doit être entièrement équipé à moins qu'il ne soit possible de montrer que certains composants peuvent être simulés ou omis sans porter atteinte à la signification des résultats.

Il se peut que l'on ait à court-circuiter des valves individuelles en fonction de la configuration du MVU et des objectifs de l'essai. A titre d'exemple, pour la disposition la plus courante de quatre valves identiques, empilées verticalement (valve quadruple), il convient de court-circuiter une valve dans la position provoquant les conditions les plus défavorables.

Lorsque la borne basse tension du MVU n'est pas connectée au potentiel neutre en courant continu, des précautions doivent être prises afin d'effectuer une terminaison convenable de la borne basse tension du MVU au cours des essais pour simuler correctement la tension existant au niveau de cette borne. Des plans de terre doivent être utilisés, dont la séparation doit être déterminée par la proximité d'autres valves et surfaces au potentiel de terre.

7.3 Prescriptions d'essai

7.3.1 Essai de MVU sous tension continue à la terre

La tension d'essai continue doit être appliquée entre la borne à courant continu de potentiel le plus élevé du MVU et la terre.

A partir d'une tension égale au maximum à 50 % de la tension d'essai maximale, la tension doit être élevée à la tension d'essai spécifiée de 1 min, en 10 s environ; elle doit être maintenue constante pendant 1 min, réduite à la tension d'essai spécifiée de 3 h, maintenue constante pendant 3 h, puis réduite à zéro.