

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

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

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.200

ISBN 978-2-8322--2805-0

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
1 Scope.....	7
2 Normative references.....	7
3 Terms and definitions.....	7
3.1 Insulation co-ordination terms.....	8
3.2 Valve construction terms.....	9
3.3 Terms related to type tests.....	10
3.4 Terms related to production tests.....	10
4 General requirements.....	10
4.1 Guidelines for the performance of type tests.....	10
4.1.1 Evidence in lieu.....	10
4.1.2 Test object.....	10
4.1.3 Sequence of tests.....	10
4.1.4 Test procedures.....	11
4.1.5 Ambient temperature for testing.....	11
4.1.6 Frequency for testing.....	11
4.1.7 Test reports.....	11
4.2 Atmospheric correction.....	11
4.3 Treatment of redundancy.....	11
4.3.1 Dielectric tests.....	11
4.3.2 Operational tests.....	11
4.4 Criteria for successful type testing.....	12
4.4.1 General.....	12
4.4.2 Criteria applicable to thyristor levels.....	12
4.4.3 Criteria applicable to the valve as a whole.....	13
5 List of type tests.....	13
6 Dielectric tests on valve support.....	14
6.1 Purpose of tests.....	14
6.2 Test object.....	14
6.3 Test requirements.....	15
6.3.1 General.....	15
6.3.2 Valve support d.c. voltage test.....	15
6.3.3 Valve support a.c. voltage test.....	15
6.3.4 Valve support switching impulse test.....	16
6.3.5 Valve support lightning impulse test.....	16
7 Dielectric tests for multiple valve units (MVU).....	16
7.1 Purpose of tests.....	16
7.2 Test object.....	16
7.3 Test requirements.....	17
7.3.1 MVU d.c. voltage test to earth.....	17
7.3.2 MVU a.c. voltage test.....	18
7.3.3 MVU switching impulse test.....	18
7.3.4 MVU lightning impulse test.....	19
8 Dielectric tests between valve terminals.....	20
8.1 Purpose of tests.....	20
8.2 Test object.....	20

8.3	Test requirements	20
8.3.1	Valve d.c. voltage test	20
8.3.2	Valve a.c. voltage test	21
8.3.3	Valve impulse tests (general)	22
8.3.4	Valve switching impulse test.....	23
8.3.5	Valve lightning impulse test.....	23
8.3.6	Valve steep front impulse test	23
8.4	Valve non-periodic firing test	24
8.4.1	Purpose of test	24
8.4.2	Test object.....	24
8.4.3	Test requirements	24
9	Periodic firing and extinction tests	25
9.1	Purpose of tests	25
9.2	Test object	26
9.3	Test requirements	26
9.3.1	General	26
9.3.2	Maximum continuous operating duty tests	27
9.3.3	Maximum temporary operating duty test ($\alpha = 90^\circ$).....	28
9.3.4	Minimum a.c. voltage tests	29
9.3.5	Temporary undervoltage test.....	30
9.3.6	Intermittent direct current tests.....	31
10	Tests with transient forward voltage during the recovery period	31
10.1	Purpose of tests	31
10.2	Test object.....	31
10.3	Test requirements	31
11	Valve fault current tests	33
11.1	Purpose of tests	33
11.2	Test object.....	33
11.3	Test requirements	33
11.3.1	General	33
11.3.2	One-loop fault current test with re-applied forward voltage.....	34
11.3.3	Multiple-loop fault current test without re-applied forward voltage	35
12	Tests for valve insensitivity to electromagnetic disturbance	35
12.1	Purpose of tests	35
12.2	Test object.....	36
12.3	Test requirements	36
12.3.1	General	36
12.3.2	Approach one	36
12.3.3	Approach two.....	36
12.3.4	Acceptance criteria	37
13	Testing of special features and fault tolerance.....	37
13.1	Purpose of tests	37
13.1.1	General	37
13.1.2	Circuits to facilitate the proper control, protection and monitoring of the valve.....	37
13.1.3	Features included in the valve to provide fault tolerance	37
13.2	Test object.....	37
13.3	Test requirements	38
14	Production tests	38

14.1	General.....	38
14.2	Purpose of tests	38
14.3	Test object.....	38
14.4	Test requirements	38
14.5	Routine test – minimum requirements.....	38
14.5.1	Visual inspection.....	38
14.5.2	Connection check	39
14.5.3	Voltage-grading circuit check	39
14.5.4	Voltage withstand check.....	39
14.5.5	Partial discharge tests.....	39
14.5.6	Check of auxiliaries.....	39
14.5.7	Firing check.....	39
14.5.8	Pressure test	39
15	Method for loss determination	39
16	Presentation of type test results	39
Annex A	(normative) Test safety factors	40
A.1	General.....	40
A.2	Test safety factors for dielectric tests	40
A.2.1	Impulse tests	40
A.2.2	AC and d.c. temporary and long-term voltage tests.....	43
A.3	Test safety factors for operational tests	43
Annex B	(normative) Partial discharge measurements	44
B.1	Measurement of partial discharge.....	44
B.2	Partial discharge during a.c. tests.....	44
B.3	Partial discharge during d.c. tests.....	44
B.4	Composite a.c. plus d.c. voltage stress.....	45
Figure 1	– Steep front impulse test voltage.....	8
Table 1	– Thyristor level faults permitted during type tests.....	13
Table 2	– List of type tests	14

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. 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 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 IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. 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 electronic systems and equipment.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1998, its Amendment 1:2003 and its Amendment 2: 2008. This edition constitutes a technical revision.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the previous edition.

- a) Definitions of terms "redundant thyristor levels", "thyristor level", "valve section" have been changed for clarification.
- b) The notes were added to test requirements of dielectric d.c. voltage tests for valve support, MVU, valve, specifying that before repeating the test with opposite polarity, the tested

object may be short-circuited and earthed for several hours. The same procedure may be followed at the end of the d.c. voltage test.

- c) Table 1 on thyristor level faults permitted during type tests was supplemented.
- d) The alternative MVU dielectric test method was added.
- e) It was specified that production tests may include routine tests as well as sample tests.
- f) It was added into test requirements for periodic firing and extinction tests that a scaling factor for tests shall be applied when testing with valve sections.

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

CDV	Report on voting
22F/341/CDV	22F/351A/RVC

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

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 60700 series, published under the general title *Thyristor valves for high voltage direct current (HVDC) power transmission*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

The contents of the corrigendum of January 2017 have been included in this copy.

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

Part 1: Electrical testing

1 Scope

This part of IEC 60700 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 can be agreed.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060, *High-voltage test techniques*

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

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

IEC 60099 (all parts), *Surge arresters*

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

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

IEC 61803:1999/AMD 1:2010¹

ISO/IEC Guide 25, *General requirements for the technical competence of testing laboratories*²

¹ There exists a consolidated edition 1.1 (2011) that comprises IEC 61803:1999 and its Amendment 1:2010.

² Withdrawn.

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	49
1 Domaine d'application	51
2 Références normatives	51
3 Termes et définitions	51
3.1 Termes relatifs à la coordination de l'isolement.....	52
3.2 Termes relatifs à la construction des valves.....	53
3.3 Termes relatifs aux essais de type	54
3.4 Termes relatifs aux essais de série	54
4 Exigences générales.....	54
4.1 Lignes directrices concernant la réalisation d'essais de type	54
4.1.1 Substitution de preuve	54
4.1.2 Objet d'essai.....	54
4.1.3 Séquence des essais	54
4.1.4 Procédures d'essai	55
4.1.5 Température ambiante pour les essais.....	55
4.1.6 Fréquence des essais	55
4.1.7 Rapports d'essai	55
4.2 Correction atmosphérique	55
4.3 Traitement de la redondance	55
4.3.1 Essais diélectriques	55
4.3.2 Essais de fonctionnement	56
4.4 Critères de réussite des essais de type	56
4.4.1 Généralités	56
4.4.2 Critères applicables aux niveaux de thyristors	56
4.4.3 Critères applicables à la valve dans son ensemble	57
5 Liste des essais de type.....	58
6 Essais diélectriques sur support de valve	58
6.1 Objectifs des essais	58
6.2 Objet d'essai	59
6.3 Exigences d'essai	59
6.3.1 Généralités	59
6.3.2 Essai de support de valve sous tension continue	59
6.3.3 Essai de support de valve sous tension alternative	60
6.3.4 Essai de support de valve sous tension de choc de manœuvre.....	60
6.3.5 Essai de support de valve sous tension de choc de foudre	60
7 Essais diélectriques pour unités de valves multiples (UVM)	61
7.1 Objectif des essais	61
7.2 Objet d'essai	61
7.3 Exigences d'essai	61
7.3.1 Essai d'UVM sous tension continue à la terre	61
7.3.2 Essai d'UVM sous tension alternative	62
7.3.3 Essai d'UVM sous tension de choc de manœuvre.....	63
7.3.4 Essai d'UVM sous tension de choc de foudre	63
8 Essais diélectriques entre les bornes de valve.....	64
8.1 Objectifs des essais	64
8.2 Objet d'essai	65

8.3	Exigences d'essai	65
8.3.1	Essai de valve sous tension continue	65
8.3.2	Essai de valve sous tension alternative	66
8.3.3	Essais de valve sous tension de choc (généralités)	67
8.3.4	Essai de valve sous tension de choc de manœuvre	67
8.3.5	Essai de valve sous tension de choc de foudre	68
8.3.6	Essai de valve sous tension de choc à front raide	68
8.4	Essai d'allumage non périodique de valve	69
8.4.1	Objectifs de l'essai	69
8.4.2	Objet d'essai	69
8.4.3	Exigences d'essai	69
9	Essais d'allumage et d'extinction périodiques	71
9.1	Objectifs des essais	71
9.2	Objet d'essai	71
9.3	Exigences d'essai	71
9.3.1	Généralités	71
9.3.2	Essais en service permanent maximal	72
9.3.3	Essai en service temporaire maximal ($\alpha = 90^\circ$)	74
9.3.4	Essais sous tension alternative minimale	74
9.3.5	Essai à manque de tension temporaire	76
9.3.6	Essais avec courant continu intermittent	77
10	Essais sous tension directe transitoire durant la période de rétablissement	77
10.1	Objectif des essais	77
10.2	Objet d'essai	77
10.3	Exigences d'essai	77
11	Essais de valve en courant de défaut	78
11.1	Objectif des essais	78
11.2	Objet d'essai	79
11.3	Exigences d'essai	79
11.3.1	Généralités	79
11.3.2	Essai en courant de défaut à une boucle avec réapplication de tension directe	80
11.3.3	Essai en courant de défaut à boucles multiples sans réapplication de tension directe	81
12	Essais d'insensibilité de la valve aux perturbations électromagnétiques	81
12.1	Objectif des essais	81
12.2	Objet d'essai	82
12.3	Exigences d'essai	82
12.3.1	Généralités	82
12.3.2	Première approche	82
12.3.3	Deuxième approche	82
12.3.4	Critères d'acceptation	83
13	Essai de caractéristiques spéciales et tolérance aux pannes	83
13.1	Objectif des essais	83
13.1.1	Généralités	83
13.1.2	Circuits prévus pour faciliter la commande, la protection et la surveillance correctes de la valve	83
13.1.3	Caractéristiques incluses dans la valve pour permettre une tolérance aux pannes	83

13.2	Objet d'essai	84
13.3	Exigences d'essai	84
14	Essais de série	84
14.1	Généralités	84
14.2	Objectif des essais	84
14.3	Objet d'essai	84
14.4	Exigences d'essai	85
14.5	Exigences minimales des essais individuels de série	85
14.5.1	Examen visuel	85
14.5.2	Vérification de la connexion	85
14.5.3	Vérification du circuit de répartition des potentiels	85
14.5.4	Vérification de la tenue en tension.....	85
14.5.5	Essais de décharge partielle	85
14.5.6	Vérification des auxiliaires.....	85
14.5.7	Vérification de l'allumage	85
14.5.8	Essai de pression	85
15	Méthode de détermination des pertes.....	86
16	Présentation des résultats des essais de type	86
Annexe A (normative) Facteurs de sécurité d'essai.....		87
A.1	Généralités	87
A.2	Facteurs de sécurité d'essai pour essais diélectriques	87
A.2.1	Essais de tension de choc.....	87
A.2.2	Essais sous tension alternative et continue temporaire et de longue durée	90
A.3	Facteurs de sécurité d'essai pour essais de fonctionnement.....	91
Annexe B (normative) Mesurages de décharge partielle.....		92
B.1	Mesurage de décharge partielle.....	92
B.2	Décharge partielle au cours d'essais en courant alternatif.....	92
B.3	Décharge partielle au cours d'essais en courant continu	93
B.4	Contrainte de tension composite alternative et continue	93
Figure 1 – Tension d'essai de tension de choc à front raide		52
Tableau 1 – Défauts de niveaux de thyristors autorisés au cours des essais de type		57
Tableau 2 – Liste des essais de type		58

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 Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 60700-1 a été établie par le sous-comité 22F: Électronique de puissance pour les réseaux électriques de transport et de distribution, du comité d'études 22 de l'IEC: Systèmes et équipements électroniques de puissance.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 1998, son Amendement 1:2003 et son Amendement 2: 2008. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente.

- a) Les définitions des termes "niveaux de thyristors redondants", "niveau de thyristor", "section de valve" ont été modifiées dans un souci de clarification.

- b) Des notes ont été ajoutées aux exigences des essais diélectriques sur support de valve sous tension continue, UVM, spécifiant qu'avant de répéter l'essai avec la polarité opposée, l'objet d'essai peut être court-circuité et mis à la terre pendant plusieurs heures. La même procédure peut être suivie à l'issue de l'essai sous tension continue.
- c) Le Tableau 1 sur les défauts de niveaux de thyristors autorisés au cours des essais de type a été complété.
- d) La méthode alternative pour les essais diélectriques UVM a été ajoutée.
- e) Il a été spécifié que les essais de série peuvent inclure des essais individuels de série ainsi que des essais sur prélèvement.
- f) Il a été ajouté dans les exigences pour les essais d'allumage et d'extinction périodiques qu'un facteur d'échelle pour les essais doit être appliqué lors des essais sur les sections de valve.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

CDV	Rapport de vote
22F/341/CDV	22F/351A/RVC

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60700, publiées sous le titre général *Valves à thyristors pour le transport d'énergie en courant continu à haute tension (CCHT)*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

Le contenu du corrigendum de janvier 2017 a été pris en considération dans cet exemplaire.

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 partie de l'IEC 60700 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 dos à dos. 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, les exigences d'essai et les critères d'acceptation peuvent faire l'objet d'un accord.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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).

IEC 60060, *Techniques des essais à haute tension*

IEC 60060-1, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

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

IEC 60099 (toutes les parties), *Parafoudres*

IEC 60270, *Techniques des essais à haute tension – Mesures des décharges partielles*

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

IEC 61803:1999/AMD 1:2010¹

Guide ISO/IEC 25, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnage et d'essais*²

¹ Il existe une édition consolidée 1.1 (2011) comprenant l'IEC 61803:1999 et son Amendement 1:2010.

² Retirée.