

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60099-4**

**Edition 1.1  
1998-08**

Edition 1:1991 consolidée par l'amendement 1:1998  
Edition 1:1991 consolidated with amendment 1:1998

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:  
Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur  
pour réseaux à courant alternatif**

**Surge arresters –**

**Part 4:  
Metal-oxide surge arresters without gaps  
for a.c. systems**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60099-4:1991+A.1:1998

## Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

## Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant des 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 ces révisions, à l'établissement des éditions révisées et aux amendements peuvent être obtenus auprès des Comités nationaux de la CEI et 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 sur le «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 60000 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 revision work, the issue of revised editions and amendments may be obtained from IEC National Committees and from 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  
60099-4**

**Edition 1.1  
1998-08**

Edition 1:1991 consolidée par l'amendement 1:1998  
Edition 1:1991 consolidated with amendment 1:1998

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:  
Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur  
pour réseaux à courant alternatif**

**Surge arresters –**

**Part 4:  
Metal-oxide surge arresters without gaps  
for a.c. systems**

© 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

---

---

## SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS .....	8
INTRODUCTION .....	10
<b>SECTION 1: GÉNÉRALITÉS</b>	
Articles	
1.1 Domaine d'application .....	12
1.2 Références normatives .....	12
<b>SECTION 2: DÉFINITIONS</b>	
2.1 Parafoudre à oxyde métallique sans éclateur .....	14
2.2 Résistance variable à oxyde métallique .....	14
2.3 Système de répartition interne d'un parafoudre .....	14
2.4 Anneau de garde d'un parafoudre .....	14
2.5 Fraction de parafoudre .....	14
2.6 Élément de parafoudre .....	14
2.7 Limiteur de pression d'un parafoudre .....	14
2.8 Tension assignée d'un parafoudre ( $U_r$ ) .....	16
2.9 Tension de régime permanent d'un parafoudre ( $U_c$ ) .....	16
2.10 Fréquence nominale d'un parafoudre .....	16
2.11 Décharge disruptive .....	16
2.12 Perforation (claquage) .....	16
2.13 Contournement .....	16
2.14 Choc .....	16
2.15 Enoncé de la forme d'un choc .....	16
2.16 Choc de courant à front raide .....	18
2.17 Choc de courant de foudre .....	18
2.18 Choc de courant de longue durée .....	18
2.19 Valeur de crête d'un choc .....	18
2.20 Front d'un choc .....	18
2.21 Queue d'un choc .....	18
2.22 Origine conventionnelle d'un choc .....	18
2.23 Durée conventionnelle du front d'un choc de courant ( $T_1$ ) .....	18
2.24 Raideur conventionnelle du front d'un choc .....	18
2.25 Durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue d'un choc ( $T_2$ ) .....	20
2.26 Durée conventionnelle de la crête d'un choc rectangulaire .....	20
2.27 Durée conventionnelle totale d'un choc rectangulaire .....	20
2.28 Valeur de crête de polarité opposée d'un choc .....	20
2.29 Courant de décharge d'un parafoudre .....	20
2.30 Courant nominal de décharge d'un parafoudre ( $I_n$ ) .....	20
2.31 Choc de courant de grande amplitude d'un parafoudre .....	20
2.32 Courant de choc de manoeuvre d'un parafoudre .....	20
2.33 Courant permanent d'un parafoudre .....	20
2.34 Courant de référence d'un parafoudre .....	22
2.35 Tension de référence d'un parafoudre ( $U_{ref}$ ) .....	22
2.36 Tension résiduelle d'un parafoudre ( $U_{res}$ ) .....	22

## CONTENTS

	Page
FOREWORD .....	9
INTRODUCTION .....	11
<b>SECTION 1: GENERAL</b>	
Clause	
1.1 Scope.....	13
1.2 Normative references .....	13
<b>SECTION 2: DEFINITIONS</b>	
2.1 Metal-oxide surge arrester without gaps.....	15
2.2 Non-linear metal-oxide resistor .....	15
2.3 Internal grading system of an arrester .....	15
2.4 Grading ring of an arrester.....	15
2.5 Section of an arrester .....	15
2.6 Unit of an arrester .....	15
2.7 Pressure relief device of an arrester .....	15
2.8 Rated voltage of an arrester ( $U_r$ ).....	17
2.9 Continuous operating voltage of an arrester ( $U_c$ ).....	17
2.10 Rated frequency of an arrester .....	17
2.11 Disruptive discharge .....	17
2.12 Puncture (breakdown).....	17
2.13 Flashover .....	17
2.14 Impulse .....	17
2.15 Designation of an impulse shape .....	17
2.16 Steep current impulse.....	19
2.17 Lightning current impulse.....	19
2.18 Long duration current impulse.....	19
2.19 Peak (crest) value of an impulse.....	19
2.20 Front of an impulse.....	19
2.21 Tail of an impulse .....	19
2.22 Virtual origin of an impulse .....	19
2.23 Virtual front time of a current impulse ( $T_1$ ) .....	19
2.24 Virtual steepness of the front of an impulse.....	19
2.25 Virtual time to half value on the tail of an impulse ( $T_2$ ).....	21
2.26 Virtual duration of the peak of a rectangular impulse .....	21
2.27 Virtual total duration of a rectangular impulse .....	21
2.28 Peak (crest) value of opposite polarity of an impulse.....	21
2.29 Discharge current of an arrester .....	21
2.30 Nominal discharge current of an arrester ( $I_n$ ) .....	21
2.31 High current impulse of an arrester.....	21
2.32 Switching current impulse of an arrester .....	21
2.33 Continuous current of an arrester .....	21
2.34 Reference current of an arrester.....	21
2.35 Reference voltage of an arrester ( $U_{ref}$ ).....	23
2.36 Residual voltage of an arrester ( $U_{res}$ ) .....	23

Articles	Pages
2.37 Caractéristique de tenue d'un parafoudre sous tension à fréquence industrielle en fonction du temps .....	22
2.38 Courant présumé d'un circuit .....	22
2.39 Caractéristiques de protection d'un parafoudre .....	22
2.40 Emballage thermique d'un parafoudre .....	24
2.41 Stabilité thermique d'un parafoudre.....	24
2.42 Dispositif de déconnexion pour parafoudre .....	24
2.43 Essais de type.....	24
2.44 Essais individuels.....	24
2.45 Essais de réception .....	24
<b>SECTION 3: IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION</b>	
3.1 Identification des parafoudres.....	26
3.2 Classification des parafoudres.....	26
<b>SECTION 4: CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES</b>	
4.1 Tensions assignées normales.....	30
4.2 Fréquences assignées normales.....	30
4.3 Valeurs normales des courants nominaux de décharge.....	30
4.4 Conditions de service .....	30
<b>SECTION 5: PRESCRIPTIONS</b>	
5.1 Tenue diélectrique de l'enveloppe du parafoudre .....	32
5.2 Tension de référence.....	32
5.3 Tensions résiduelles.....	32
5.4 Décharges partielles.....	32
5.5 Étanchéité .....	32
5.6 Répartition du courant dans les parafoudres à plusieurs colonnes.....	34
5.7 Stabilité thermique.....	34
5.8 Tenue au choc de courant de longue durée.....	34
5.9 Fonctionnement des parafoudres.....	34
5.10 Caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre .....	36
5.11 Limiteur de pression.....	36
5.12 Dispositif de déconnexion .....	36
5.13 Prescriptions pour les équipements auxiliaires tels que les éléments de répartition ..	36
<b>SECTION 6: CONDITIONS GÉNÉRALES D'EXÉCUTION DES ESSAIS</b>	
6.1 Appareillage de mesure et précision .....	38
6.2 Mesures de la tension de référence .....	38
6.3 Echantillons destinés aux essais.....	38

Clause	Page
2.37 Power frequency withstand voltage versus time characteristic of an arrester .....	23
2.38 Prospective current of a circuit.....	23
2.39 Protective characteristics of an arrester .....	23
2.40 Thermal runaway of an arrester .....	25
2.41 Thermal stability of an arrester .....	25
2.42 Arrester disconnecter .....	25
2.43 Type tests (design tests).....	25
2.44 Routine tests .....	25
2.45 Acceptance tests .....	25
<b>SECTION 3: IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION</b>	
3.1 Arrester identification.....	27
3.2 Arrester classification .....	27
<b>SECTION 4: STANDARD RATINGS</b>	
4.1 Standard rated voltages.....	31
4.2 Standard rated frequencies.....	31
4.3 Standard nominal discharge currents.....	31
4.4 Service conditions .....	31
<b>SECTION 5: REQUIREMENTS</b>	
5.1 Insulation withstand of the arrester housing .....	33
5.2 Reference voltage .....	33
5.3 Residual voltages.....	33
5.4 Partial discharges.....	33
5.5 Seal leakage .....	33
5.6 Current distribution in a multi-column arrester.....	35
5.7 Thermal stability.....	35
5.8 Long duration current impulse withstand .....	35
5.9 Operating duty.....	35
5.10 Power frequency voltage versus time characteristics of an arrester .....	37
5.11 Pressure relief.....	37
5.12 Disconnectors .....	37
5.13 Requirements for auxiliary equipment such as grading components .....	37
<b>SECTION 6: GENERAL TESTING PROCEDURE</b>	
6.1 Measuring equipment and accuracy.....	39
6.2 Reference voltage measurements.....	39
6.3 Test samples.....	39

SECTION 7: ESSAIS DE TYPE

Articles	Pages
7.1 Généralités.....	40
7.2 Essais de tenue de l'isolation de l'enveloppe du parafoudre .....	42
7.3 Essais de vérification de la tension résiduelle .....	44
7.4 Essai de tenue aux chocs de courant de longue durée .....	46
7.5 Essais de fonctionnement.....	50
7.6 Essai des dispositifs de déconnexion pour parafoudres.....	64

SECTION 8: ESSAIS INDIVIDUELS ET ESSAIS DE RÉCEPTION

8.1 Essais individuels.....	68
8.2 Essais de réception .....	68

Figures.....	72
--------------	----

Annexes

A Conditions anormales de service.....	78
B Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre .....	80
C Prescriptions relatives aux parafoudres pour courants de foudre élevés pour la gamme de tension de 1 kV à 52 kV .....	82
D Méthode de vérification de la caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre .....	88
E Guide pour le choix de la classe de décharge de ligne .....	92
F Essai de pollution artificielle relatif à la contrainte thermique des parafoudres à oxyde métallique à enveloppe en porcelaine comportant plusieurs éléments.....	96
G Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres.....	128
H Circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude	132
J Circuit type de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai de tenue aux chocs de courant de longue durée .....	136
K Tensions résiduelles maximales typiques.....	138



## SECTION 7: TYPE TESTS (DESIGN TESTS)

Clause	Page
7.1 General .....	41
7.2 Insulation withstand tests on the arrester housing .....	43
7.3 Residual voltage tests .....	45
7.4 Long duration current impulse withstand test.....	47
7.5 Operating duty tests .....	51
7.6 Tests of arrester disconnectors.....	65

## SECTION 8: ROUTINE TESTS AND ACCEPTANCE TESTS

8.1 Routine tests .....	69
8.2 Acceptance tests .....	69

Figures.....	73
--------------	----

## Annexes

A Abnormal service conditions.....	79
B Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section .....	81
C Requirements for High Lightning Duty arresters for voltage range 1 kV to 52 kV .....	83
D Procedure to verify the power frequency voltage versus time characteristics of an arrester .....	89
E Guide to selection of line discharge class .....	93
F Artificial pollution test with respect to the thermal stress on porcelain-housed multi-unit metal-oxide surge arresters.....	97
G Typical information given with enquiries and tenders .....	129
H Typical circuit for high current impulse operating duty test .....	133
J Typical circuit for a distributed constant impulse generator for the long duration current impulse withstand test.....	137
K Typical maximum residual voltages .....	139

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## PARAFONDRES –

### Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif

#### 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 présente Norme internationale a été établie par le comité d'études 37 de la CEI: Parafoudres.

La présente version consolidée de la CEI 60099-4 est issue de la première édition (1991) [documents 37(BC)38 et 37(BC)45], et de son amendement 1 (1998) [documents 37/192/FDIS et 37/198/RVD].

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

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

Les annexes A, B, C, D et F font partie intégrante de la présente norme.

Les annexes E, G, H, J et K sont données uniquement à titre d'information.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## SURGE ARRESTERS –

**Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps  
for a.c. systems**

## 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.

This International Standard has been prepared by IEC technical committee 37: Surge arresters.

This consolidated version of IEC 60099-4 is based on the first edition (1991) [documents 37(CO)38 and 37(CO)45], and its amendment 1 (1998) [documents 37/192/FDIS and 37/198/RVD].

It bears the edition number 1.1.

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

Annexes A, B, C, D and F form an integral part of this standard.

Annexes E, G, H, J and K are for information only.

## INTRODUCTION

Cette Norme internationale contient des informations minimales pour spécifier et pour essayer les parafoudres sans éclateur à oxyde métallique destinés à être utilisés sur les réseaux de puissance en courant alternatif.

Les parafoudres décrits dans cette norme sont couramment utilisés dans des installations reliées à des lignes aériennes, à la place des parafoudres à éclateurs à résistance variable qui font l'objet de la CEI 60099-1. La protection des circuits à basse tension (inférieure à 3 kV) est à l'étude.

Cette norme comprend une procédure de vieillissement accéléré destinée à simuler l'effet à long terme de la tension et de la température sur les parafoudres à oxyde métallique. La nécessité d'une telle procédure est liée au fait que les résistances composant le parafoudre sont soumises en permanence à la tension du réseau pendant toute la durée d'utilisation du parafoudre.

WITHOLDING

iTeh Standards  
(<https://standards.itih.ai>)  
Document Preview

[IEC 60099-4:1991](https://standards.itih.ai/standards/iec/279675b3-0c23-4f46-a328-aeb0817852a1/iec-60099-4-1991)

<https://standards.itih.ai/standards/iec/279675b3-0c23-4f46-a328-aeb0817852a1/iec-60099-4-1991>

## INTRODUCTION

This International Standard presents the minimum criteria for the requirements and testing of gapless metal-oxide surge arresters that are applied to a.c. power systems.

Arresters covered by this standard are commonly applied to live/front overhead installations in place of the non-linear resistor type gapped arresters covered in IEC 60099-1. Protection of low-voltage circuits, below 3 kV, is under consideration.

An accelerated ageing procedure is incorporated in the standard to simulate the long-term effects of voltage and temperature on the metal-oxide arrester. This is necessary since the arrester's resistor elements will have system power frequency voltage continuously applied across them during the arrester's time in service.

Withstand

iTech Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

IEC 60099-4:1991  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/279675b3-0c23-4f46-a328-aeb0817852a1/iec-60099-4-1991>

## PARAFODRES –

### Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif

#### SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

##### 1.1 Domaine d'application

La présente Norme internationale s'applique aux parafoudres à résistance variable à oxyde métallique sans éclateur conçus pour limiter les surtensions sur les réseaux à courant alternatif.

Cette norme s'applique fondamentalement à tous les parafoudres à oxyde métallique; cependant, les parafoudres à enveloppe synthétique, les parafoudres destinés aux postes blindés (GIS), les parafoudres plongés dans un liquide et d'autres parafoudres de type spécial peuvent exiger une étude particulière pour leur conception, les essais qui leur sont appliqués et leur utilisation.

##### 1.2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

<https://www.iso.org/standard/55000.html> CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension. Première partie: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60071: *Coordination de l'isolement*

CEI 60071-2:1976, *Coordination de l'isolement. Deuxième partie: Guide d'application*

CEI 60099-1:1991, *Parafoudres. Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif*

CEI 60099-3:1990, *Parafoudres. Partie 3: Essais de pollution artificielle des parafoudres*

CEI 60270:1981, *Mesures des décharges partielles*

CEI 60507:1991, *Essais sous pollution artificielle des isolateurs pour haute tension destinés aux réseaux à courant alternatif*

CEI 60815:1986, *Guide pour le choix des isolateurs sous pollution*