

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60099-4

Deuxième édition
Second edition
2004-05

Parafoudres –

Partie 4:

**Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs
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 60099-4:2004

Numérotation des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000. Ainsi, la CEI 34-1 devient la CEI 60034-1.

Editions 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.

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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 cette publication, y compris sa validité, sont disponibles dans le Catalogue des publications de la CEI (voir ci-dessous) en plus des nouvelles éditions, amendements et corrigenda. Des informations sur les sujets à l'étude et l'avancement des travaux entrepris par le comité d'études qui a élaboré cette publication, ainsi que la liste des publications parues, sont également disponibles par l'intermédiaire de:

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

Le catalogue en ligne sur le site web de la CEI (www.iec.ch/searchpub) vous permet de faire des recherches en utilisant de nombreux critères, comprenant des recherches textuelles, par comité d'études ou date de publication. Des informations en ligne sont également disponibles sur les nouvelles publications, les publications remplacées ou retirées, ainsi que sur les corrigenda.

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/online_news/justpub) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

Si vous avez des questions au sujet de cette publication ou avez besoin de renseignements supplémentaires, prenez contact avec le Service clients:

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series. For example, IEC 34-1 is now referred to as IEC 60034-1.

Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. 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.

Further information on IEC publications

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 this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. 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 also available from the following:

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

The on-line catalogue on the IEC web site (www.iec.ch/searchpub) enables you to search by a variety of criteria including text searches, technical committees and date of publication. On-line information is also available on recently issued publications, withdrawn and replaced publications, as well as corrigenda.

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/online_news/justpub) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

If you have any questions regarding this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre:

Email: custserv@iec.ch
Tel: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60099-4

Deuxième édition
Second edition
2004-05

Parafoudres –

Partie 4:

**Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs
pour réseaux à courant alternatif**

Surge arresters –

Part 4:

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

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

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



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XG**

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	12
INTRODUCTION.....	16
1 Domaine d'application	18
2 Références normatives.....	18
3 Termes et définitions	20
4 Identification et classification.....	36
4.1 Identification des parafoudres	36
4.2 Classification des parafoudres.....	38
5 Caractéristiques assignées et conditions de service.....	38
5.1 Tensions assignées normales	38
5.2 Fréquences assignées normales	38
5.3 Valeurs normales des courants nominaux de décharge	38
5.4 Conditions de service	40
6 Prescriptions	40
6.1 Tenue diélectrique de l'enveloppe du parafoudre.....	40
6.2 Tension de référence	42
6.3 Tensions résiduelles.....	42
6.4 Décharges partielles internes	42
6.5 Taux de fuite de l'étanchéité.....	42
6.6 Répartition du courant dans les parafoudres à plusieurs colonnes.....	42
6.7 Stabilité thermique	42
6.8 Tenue au choc de courant de longue durée	42
6.9 Fonctionnement des parafoudres	44
6.10 Caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre	50
6.11 Court-circuit	50
6.12 Dispositif de déconnexion.....	50
6.13 Prescriptions pour les équipements auxiliaires tels que les éléments de répartition.....	50
6.14 Efforts mécaniques.....	50
6.15 Compatibilité électromagnétique.....	52
6.16 Fin de cycle.....	52
7 Conditions générales d'exécution des essais.....	52
7.1 Appareillage de mesure et précision.....	52
7.2 Mesures de la tension de référence.....	54
7.3 Echantillons destinés aux essais	54
8 Essais de type (essais de conception).....	54
8.1 Généralités.....	54
8.2 Essais de tenue de l'isolation de l'enveloppe du parafoudre	58
8.3 Essais de vérification de la tension résiduelle.....	60
8.4 Essai de tenue aux chocs de courant de longue durée	66
8.5 Essais de fonctionnement.....	70
8.6 Essai des dispositifs déconnecteurs/indicateurs de défaut pour parafoudres	86
8.7 Procédure d'essai de court-circuit	90
8.8 Essais de décharges partielles internes.....	90
8.9 Essai en moment de flexion.....	90

CONTENTS

FOREWORD.....	13
INTRODUCTION.....	17
1 Scope.....	19
2 Normative references	19
3 Terms and definitions	21
4 Identification and classification	37
4.1 Arrester identification	37
4.2 Arrester classification	39
5 Standard ratings and service conditions	39
5.1 Standard rated voltages	39
5.2 Standard rated frequencies	39
5.3 Standard nominal discharge currents	39
5.4 Service conditions	41
6 Requirements	41
6.1 Insulation withstand of the arrester housing.....	41
6.2 Reference voltage	43
6.3 Residual voltages	43
6.4 Internal partial discharges	43
6.5 Seal leak rate	43
6.6 Current distribution in a multi-column arrester	43
6.7 Thermal stability.....	43
6.8 Long-duration current impulse withstand	43
6.9 Operating duty.....	45
6.10 Power-frequency voltage versus time characteristics of an arrester	51
6.11 Short-circuit.....	51
6.12 Disconnecter	51
6.13 Requirements for auxiliary equipment such as grading components	51
6.14 Mechanical loads.....	51
6.15 Electromagnetic compatibility	53
6.16 End of life.....	53
7 General testing procedure	53
7.1 Measuring equipment and accuracy	53
7.2 Reference voltage measurements	55
7.3 Test samples.....	55
8 Type tests (design tests)	55
8.1 General	55
8.2 Insulation withstand tests on the arrester housing	59
8.3 Residual voltage tests	61
8.4 Long-duration current impulse withstand test.....	67
8.5 Operating duty tests	71
8.6 Tests of arrester disconnectors/fault indicators.....	87
8.7 Short-circuit test procedure	91
8.8 Internal partial discharge tests	91
8.9 Test of the bending moment	91

8.10	Essais d'environnement	92
8.11	Essai de mesure du taux de fuite.....	94
8.12	Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV)	96
9	Essais individuels et essais de réception.....	98
9.1	Essais individuels.....	98
9.2	Essais de réception.....	100
10	Prescriptions d'essais pour les parafoudres à enveloppe synthétique	104
10.1	Domaine d'application	104
10.2	Références normatives.....	104
10.3	Termes et définitions	104
10.4	Identification et classification.....	104
10.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	104
10.6	Prescriptions	104
10.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	106
10.8	Essais de type (essais de conception).....	106
11	Prescriptions d'essais pour les parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (Parafoudres blindés)	138
11.1	Domaine d'application	138
11.2	Références normatives.....	138
11.3	Termes et définitions	138
11.4	Identification et classification.....	138
11.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	138
11.6	Prescriptions	140
11.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	142
11.8	Essais de type (essais de conception).....	142
11.9	Essais individuels.....	152
11.10	Essais consécutifs à l'installation sur site	152
12	Parafoudres débouchables et parafoudres pour prises	158
12.1	Domaine d'application	158
12.2	Références normatives.....	158
12.3	Termes et définitions	158
12.4	Identification et classification.....	158
12.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	158
12.6	Prescriptions	158
12.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	160
12.8	Essais de type (essais de conception).....	160
12.9	Essais individuels et essais de réception.....	172
13	Parafoudres immergés	172
13.1	Domaine d'application	172
13.2	Références normatives.....	172
13.3	Termes et définitions	172
13.4	Identification et classification.....	172
13.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	174
13.6	Prescriptions	174
13.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	174
13.8	Essais de type (essais de conception).....	174
13.9	Essais individuels et essais de réception.....	190

8.10	Environmental tests	93
8.11	Seal leak rate test	95
8.12	Radio interference voltage (RIV) test	97
9	Routine tests and acceptance tests	99
9.1	Routine tests	99
9.2	Acceptance tests	101
10	Test requirements on polymer-housed surge arresters	105
10.1	Scope	105
10.2	Normative references	105
10.3	Terms and definitions	105
10.4	Identification and classification	105
10.5	Standard ratings and service conditions	105
10.6	Requirements	105
10.7	General testing procedure	107
10.8	Type tests (design tests)	107
11	Test requirements on gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters)	139
11.1	Scope	139
11.2	Normative references	139
11.3	Terms and definitions	139
11.4	Identification and classification	139
11.5	Standard ratings and service conditions	139
11.6	Requirements	141
11.7	General testing procedures	143
11.8	Type tests (design tests)	143
11.9	Routine tests	153
11.10	Test after erection on site	153
12	Separable and dead-front arresters	159
12.1	Scope	159
12.2	Normative references	159
12.3	Terms and definitions	159
12.4	Identification and classification	159
12.5	Standard ratings and service conditions	159
12.6	Requirements	159
12.7	General testing procedure	161
12.8	Type tests (design tests)	161
12.9	Routine tests and acceptance tests	173
13	Liquid-immersed arresters	173
13.1	Scope	173
13.2	Normative references	173
13.3	Terms and definitions	173
13.4	Identification and classification	173
13.5	Standard ratings and service conditions	175
13.6	Requirements	175
13.7	General testing procedure	175
13.8	Type tests (design tests)	175
13.9	Routine tests and acceptance tests	191

Annexe A (normative) Conditions anormales de service.....	192
Annexe B (normative) Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre	194
Annexe C (normative) Prescriptions relatives aux parafoudres pour courants de foudre élevés pour la gamme de tension de 1 kV à 52 kV	196
Annexe D (normative) Méthode de vérification de la caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre	202
Annexe E (informative) Guide pour le choix de la classe de décharge de ligne	206
Annexe F (normative) Essai de pollution artificielle relatif à la contrainte thermique des parafoudres à oxyde métallique à enveloppe en porcelaine comportant plusieurs éléments.....	210
Annexe G (informative) Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres	240
Annexe H (informative) Circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude (voir 8.5.4).....	246
Annexe I (informative) Circuit type de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai de tenue aux chocs de courant de longue durée (voir 8.4)	250
Annexe J (informative) Tensions résiduelles maximales typiques.....	252
Annexe K (informative) Procédure d'essai de vieillissement – Loi d'Arrhénus – Problèmes liés aux températures plus élevées.....	254
Annexe L (informative) Guide pour la détermination de la répartition de tension dans les parafoudres à oxyde métallique.....	258
Annexe M (normative) Considérations d'ordre mécanique.....	274
Annexe N (informative) Essais de court-circuit.....	282
Bibliographie.....	300
Figure 1 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 10 000 A, classe de décharge de ligne 1 et les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A (voir 8.5.4).....	46
Figure 2 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 10 000 A, classes de décharge de ligne 2 et 3 et les parafoudres 20 000 A, classes de décharge de ligne 4 et 5 (voir 8.5.5).....	48
Figure 3 – Puissance absorbée par un parafoudre à températures élevées en fonction du temps.....	74
Figure 4 – Essai de stabilité thermique sur les parafoudres 10 000 A de classe de décharge de ligne 1 et les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A	102
Figure 5 – Essai de stabilité thermique pour les parafoudres 10 000 A des classes de décharge de ligne 2 et 3 et les parafoudres 20 000 A des classes de décharge de ligne 4 et 5.....	104
Figure 6 – Essai thermomécanique	126
Figure 7 – Exemple de configuration pour l'essai thermomécanique et orientation de l'effort de flexion	128
Figure 8 – Essai d'immersion dans l'eau	130
Figure 9 – Exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré sous tension (conformément à la CEI 61109)	136
Figure 10 – Autre exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré	138
Figure 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres pour prise ou débouchables avec enveloppe blindée	162

Annex A (normative) Abnormal service conditions.....	193
Annex B (normative) Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section	195
Annex C (normative) Requirements for high lightning duty arresters for voltage range 1 kV to 52 kV	197
Annex D (normative) Procedure to verify the power-frequency voltage-versus-time characteristics of an arrester.....	203
Annex E (informative) Guide to selection of line discharge class	207
Annex F (normative) Artificial pollution test with respect to the thermal stress on porcelain-housed multi-unit metal-oxide surge arresters	211
Annex G (informative) Typical information given with enquiries and tenders	241
Annex H (informative) Typical circuit for high current impulse operating duty test (see 8.5.4)	247
Annex I (informative) Typical circuit for a distributed constant impulse generator for the long duration current impulse withstand test (see 8.4).....	251
Annex J (informative) Typical maximum residual voltages.....	253
Annex K (informative) Ageing test procedure – Arrhenius law – Problems with higher temperatures	255
Annex L (informative) Guide for the determination of the voltage distribution along metal-oxide surge arresters	259
Annex M (normative) Mechanical considerations.....	275
Annex N (informative) Short-circuit tests.....	283
Bibliography.....	301
Figure 1 – Operating duty test on 10 000 A line discharge Class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters (see 8.5.4).....	47
Figure 2 – Operating duty test on 10 000 A arresters line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters line discharge Classes 4 and 5 (see 8.5.5)	49
Figure 3 – Power losses of the arrester at elevated temperatures versus time	75
Figure 4 – Thermal stability test on 10 000 A line discharge Class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters	103
Figure 5 – Thermal stability test on 10 000 A arresters line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters line discharge Classes 4 and 5.....	105
Figure 6 – Thermomechanical test	127
Figure 7 – Example of the test arrangement for the thermomechanical test and direction of the cantilever load	129
Figure 8 – Water immersion	131
Figure 9 – Example of an accelerated weather ageing cycle under operating voltage (according to IEC 61109)	137
Figure 10 – Another example of an accelerated weather ageing cycle.....	139
Figure 11 – Test set-up for insulation withstand test of separable arresters in insulating housings	163

Figure 12 – Puissance absorbée par un parafoudre à températures élevées en fonction du temps.....	180
Figure C.1 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés.....	200
Figure C.2 – Essai de stabilité thermique sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés (voir 9.2.2)	200
Figure D.1 – Essai des parafoudres 10 000 A, classe de décharge de ligne 1, 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A.....	202
Figure D.2 – Essai des parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés	204
Figure D.3 – Essai des parafoudres 10 000 A, classes de décharge de ligne 2 et 3 et parafoudres 20 000 A, classes de décharge de ligne 4 et 5	204
Figure E.1 – Energie spécifique en kJ par kV de tension assignée en fonction du rapport de la tension résiduelle aux chocs de manœuvre (U_a) à la valeur efficace de la tension assignée U_r du parafoudre	208
Figure F.1 – Organigramme démontrant la procédure permettant de déterminer le préchauffage d'un échantillon en essai	216
Figure H.1 – Schéma de circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude.....	246
Figure I.1 – Circuit type de générateur de chocs à constantes réparties pour l'essai aux chocs de courant de longue durée	250
Figure L.1 – Installation triphasée type de parafoudres	268
Figure L.2 – Circuit équivalent simplifié multi-étages d'un parafoudre	268
Figure L.3 – Géométrie du modèle de parafoudre	270
Figure L.4 – Exemple de caractéristique courant-tension en valeurs réduites à +20 °C pour une résistance à oxydes métalliques dans la région des courants de fuite	272
Figure L.5 – Répartition de tension calculée le long de la colonne de résistances dans le cas B	272
Figure M.1 – Moment de flexion pour un parafoudre à plusieurs unités	274
Figure M.2 – Fraction de parafoudre	278
Figure M.3 – Dimensions du parafoudre.....	280
Figure N.1 – Positionnement du fil fusible dans différents cas (pour les parafoudres avec limiteur de pression).....	296
Figure N.2 – Configuration d'essai pour les parafoudres avec limiteur de pression	298
Figure N.3 – Configuration d'essai pour les parafoudres sans limiteur de pression	298
Tableau 1 – Classification des parafoudres.....	38
Tableau 2 – Echelons de tensions assignées.....	38
Tableau 3 – Essais de type de parafoudre	56
Tableau 4 – Valeurs de crête des courants pour l'essai de vérification de la tension résiduelle.....	66
Tableau 5 – Paramètres pour l'essai de décharge de ligne sur les parafoudres 20 000 A et 10 000 A	68
Tableau 6 – Prescriptions pour l'essai aux chocs de courant de longue durée sur les parafoudres 5 000 et 2 500 A.....	70
Tableau 7 – Détermination des tensions assignée et de service permanent majorées.....	76
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	80
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	112

Figure 12 – Power losses of arrester at elevated temperatures versus time	181
Figure C.1 – Operating duty test on 20 000 A high lightning duty arresters	201
Figure C.2 – Thermal stability test on 20 000 A high lightning duty arresters (see 9.2.2).....	201
Figure D.1 – Test on 10 000 A line discharge class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters	203
Figure D.2 – Test on 20 000 A high lightning duty arresters	205
Figure D.3 – Test on 10 000 A arresters, line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A arresters, line discharge Classes 4 and 5	205
Figure E.1 – Specific energy in kJ per kV rating dependant on the ratio of switching impulse residual voltage (U_a) to the r.m.s. value of the rated voltage U_r of the arrester	209
Figure F.1 – Flow-chart showing the procedure for determining the preheating of a test sample	217
Figure H.1 – Typical test circuit diagram for high current impulse operating duty test.....	247
Figure I.1 – Typical distributed constant impulse generator for the long-duration impulse test	251
Figure L.1 – Typical three-phase arrester installation.....	269
Figure L.2 – Simplified multi-stage equivalent circuit of an arrester.....	269
Figure L.3 – Geometry of arrester model.....	271
Figure L.4 – Example of voltage-current characteristic of metal-oxide resistors at +20 °C in the leakage current region.....	273
Figure L.5 – Calculated voltage stress along the resistor column in case B.....	273
Figure M.1 – Bending moment – multi-unit surge arrester	275
Figure M.2 – Surge arrester unit	279
Figure M.3 – Surge-arrester dimensions	281
Figure N.1 – Position of the fuse wire in different cases (for arresters with pressure- relief devices)	297
Figure N.2 – Circuit layout for surge arresters with pressure-relief device	299
Figure N.3 – Circuit layout or surge arresters without pressure-relief device	299
Table 1 – Arrester classification	39
Table 2 – Steps of rated voltages.....	39
Table 3 – Arrester type tests	57
Table 4 – Peak currents for switching impulse residual voltage test	67
Table 5 – Parameters for the line discharge test on 20 000 A and 10 000 A arresters	69
Table 6 – Requirements for the long-duration current impulse test on 5 000 A and 2 500 A arresters	71
Table 7 – Determination of elevated rated and continuous operating voltages	77
Table 8 – Requirements for high current impulses	81
Table 8 – Requirements for high current impulses	113

Tableau 9 – Parafoudres blindés triphasés 10 000 A et 20 000 A – Tensions de tenue prescrites.....	154
Tableau 10 – Parafoudres blindés triphasés 1 500 A, 2 500 A et 5 000 A – Tensions de tenue prescrites.....	156
Tableau 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres débrochables non blindés.....	162
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation de l'enveloppe des parafoudres débrochables ou pour prise blindés.....	162
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	166
Tableau 13 – Essais de décharges partielles internes pour les parafoudres débrochables et les parafoudres pour prise.....	172
Tableau 7 – Détermination des tensions assignée et de service permanent majorées.....	180
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	182
Tableau C.1 – Prescriptions relatives aux parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés.....	198
Tableau F.1 – Charge moyenne externe pour différentes sévérités de la pollution.....	218
Tableau F.2 – Caractéristiques de l'échantillon utilisé lors de l'essai de pollution.....	220
Tableau F.3 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la charge.....	222
Tableau F.4 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la température.....	224
Tableau F.5 – Résultats du calcul de $\Delta T_{Z \max}$ pour l'exemple choisi.....	236
Tableau F.6 – Résultats de l'essai sous brouillard salin pour l'exemple choisi.....	236
Tableau F.7 – Valeurs calculées de ΔT_Z et T_{OD} après 5 cycles pour l'exemple choisi.....	238
Tableau F.8 – Valeurs calculées de ΔT_Z et T_{OD} après 10 cycles pour l'exemple choisi.....	238
Tableau J.1 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 20 000 A et 10 000 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	252
Tableau J.2 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	252
Tableau K.1 – Durée de vie minimale prévisible démontrée.....	254
Tableau K.2 – Relation entre durée d'essai à 115 °C et durée équivalente à la limite supérieure de la température ambiante.....	256
Tableau L.1 – Résultats d'exemples de calcul.....	266
Tableau N.1 – Méthode de préparation des parafoudres avec limiteur de pression pour initier le courant de court-circuit.....	284
Tableau N.2 – Méthode de préparation des parafoudres sans limiteur de pression pour initier le courant de court-circuit.....	286
Tableau N.3 – Courants prescrits pour les essais de court-circuit.....	294

Table 9 – 10 000 A and 20 000 A three-phase GIS-arresters – Required withstand voltages	155
Table 10 – 1 500 A, 2 500 A and 5 000 A three – phase – GIS arresters – Required withstand voltages	157
Table 11 – Insulation withstand test voltages for unscreened separable arresters.....	163
Table 12 – Insulation withstand test voltages for dead-front arresters or separable arresters in a screened housing	163
Table 8 – Requirements for high current impulses	167
Table 13 – Partial discharge test values for separable and dead-front arresters.....	173
Table 7 – Determination of elevated rated and continuous operating voltages	181
Table 8 – Requirements for high current impulses	183
Table C.1 – Test requirements on 20 000 A high lightning duty arresters ^a	199
Table F.1 – Mean external charge for different pollution severities.....	219
Table F.2 – Characteristic of the sample used for the pollution test.....	221
Table F.3 – Requirements for the device used for the measurement of the charge.....	223
Table F.4 – Requirements for the device used for the measurement of the temperature.....	225
Table F.5 – Calculated values of $\Delta T_{Z \max}$ for the selected example	237
Table F.6 – Results of the salt fog test for the selected example.....	237
Table F.7 – Calculated values of ΔT_Z and of T_{OD} after five cycles for the selected example.....	239
Table F.8 – Calculated values of ΔT_Z and of T_{OD} after 10 cycles for the selected example.....	239
Table J.1 – Residual voltages for 20 000 A and 10 000 A arresters in per unit of rated voltage.....	253
Table J.2 – Residual voltages for 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters in per unit of rated voltage.....	253
Table K.1 – Minimum demonstrated lifetime prediction	255
Table K.2 – Relationship between test durations at 115 °C and equivalent time at upper limit of ambient temperature.....	257
Table L.1 – Results from example calculations	267
Table N.1 – Method of preparing arresters with a pressure relief device for conducting short-circuit current.....	285
Table N.2 – Method of preparing arresters without a pressure-relief device for conducting short-circuit current.....	287
Table N.3 – Required currents for short-circuit tests	295

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFOUDRES –

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

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) 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, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). 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 de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI 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 CEI 60099-4 a été établie par le comité d'études 37 de la CEI: Parafoudres.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition, publiée en 1991, l'amendement 1 (1998) et l'amendement 2 (2001).

Cette édition inclut les modifications techniques significatives suivantes en référence à la précédente édition:

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 60099-4 has been prepared by IEC technical committee 37: Surge arresters.

This second edition cancels and replaces the first edition, published in 1991, amendment 1 (1998) and amendment 2 (2001).

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

- Les Articles 1, 2 et 3 contiennent les paragraphes communs qui couvrent tous les types de parafoudres. Les Articles 4 à 9 contiennent les paragraphes qui s'appliquent aux parafoudres à enveloppe en porcelaine. Dans une très grande partie, le contenu des Articles 4 à 9 s'applique également aux types de parafoudres différents de ceux à enveloppe de porcelaine. Toutes les exceptions qui s'appliquent aux parafoudres à enveloppe polymère (GIS) aux parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (parafoudres blindés), parafoudres débrochables et parafoudres pour prises, et aux parafoudres immergés sont incluses dans les Articles 10 à 13 sous forme de paragraphes entiers et non en tant que parties de paragraphes. Cela signifie que n'importe quel article des Articles 4 à 9 ne s'applique pas entièrement à un type particulier de parafoudre, un paragraphe de remplacement est alors donné dans son intégralité dans les Articles appropriées 10, 11, 12 ou 13. Cela évite à l'utilisateur du document d'avoir à juger quelle partie de l'article est modifiée
- Le Tableau 1 a été modifié. Le précédent Tableau 1 incluait les références aux paragraphes des essais de type (essais de conception). De telles références ne sont pas vraiment appropriées au nouvel Article 4 et ont été transférées dans le nouveau Tableau 3 de Article 8.
- Articles 6, 8, 11, 12 et 13: des modifications ont été apportées aux prescriptions des court-circuits.
- Les prescriptions de l'Article 13 (Considérations mécaniques) ont été incorporées dans les Articles 5, 6, 8, 10, 11, 12 et 13, et dans l'Annexe A de cette nouvelle édition.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37/298/FDIS	37/300/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.

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

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2005. A cette date, la publication sera

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

- Clauses 1, 2 and 3 contain common subclauses that cover all arrester types. Clauses 4 to 9 contain subclauses that apply to porcelain-housed arresters. To a great extent, the content of Clauses 4 to 9 also applies to arrester types other than porcelain-housed. Any exceptions that apply to polymer-housed, GIS, separable and dead-front, and liquid-immersed arresters are included in Clauses 10 to 13 as entire subclauses, not as parts of subclauses. That is, if any subclause of Clauses 4 to 9 does not apply in its entirety to a particular type of arrester, then a replacement subclause is given in its entirety in the appropriate Clauses 10, 11, 12, or 13. This avoids the necessity for the user of the document to judge which part of a clause has been amended.
- Table 1 has been modified. The previous Table 1 included references to subclauses for type testing. Such references are really not appropriate in Clause 4 and have been transferred to a new table in Clause 8.
- Clauses 6, 8, 11, 12 and 13: modifications have been made to short-circuit requirements.
- Requirements of Clause 13 (mechanical considerations) have been incorporated into Clauses 5, 6, 8, 10, 11, 12 and 13, and Annex A of this new edition.

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

FDIS	Report on voting
37/298/FDIS	37/300/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.

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

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2005. At this date, the publication will be

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

INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60099 présente les critères minimaux pour les prescriptions et pour les essais des 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.

INTRODUCTION

This part of IEC 60099 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.

PARAFOUDRES –

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

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 60099 s'applique aux parafoudres à résistance variable à oxyde métallique sans éclateur conçus pour limiter les surtensions sur les réseaux à courant alternatif.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

IEC 60060-2:1994, *Techniques des essais à haute tension – Partie 2: Systèmes de mesure*

CEI 60068-2-11:1981, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

CEI 60068-2-14:1984, *Essais d'environnement – Partie 2: Essais – Essai N: Variations de température*

CEI 60068-2-42:2003, *Essais d'environnement – Partie 2-42: Essais – Essai Kc: Essai à l'anhydride sulfureux*

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

CEI 60071-2:1996, *Coordination de l'isolement – Partie 2: Guide d'application*

CEI 60270:2000, *Techniques des essais à haute tension – 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*

CEI 61109:1992, *Isolateurs composites destinés aux lignes aériennes à courant alternatif de tension nominale supérieure à 1 000 V – Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

CEI 61166:1993, *Disjoncteurs à courant alternatif à haute tension – Guide pour la qualification sismique des disjoncteurs à courant alternatif à haute tension*

CEI 61330:1995, *Postes préfabriqués haute tension/basse tension*

SURGE ARRESTERS –

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

1 Scope

This part of IEC 60099 applies to non-linear metal-oxide resistor type surge arresters without spark gaps designed to limit voltage surges on a.c. power circuits.

2 Normative references

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

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

IEC 60060-2:1994, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60068-2-11:1981, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14:1984, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-42:2003, *Environmental testing – Part 2-42: Tests – Test Kc: Sulphur dioxide test for contacts and connections*

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

IEC 60071-2:1996, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60270:2000, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

IEC 60507:1991, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions*

IEC 61109:1992, *Composite insulators for a.c. overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 61166:1993, *High-voltage alternating current circuit-breakers – Guide for seismic qualification of high-voltage alternating current circuit-breakers*

IEC 61330:1995, *High-voltage/low-voltage prefabricated substations*

CEI 62271-200:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 200: Appareillage sous enveloppe métallique pour courant alternatif de tensions assignées supérieures à 1 kV et inférieures ou égales à 52 kV*

CEI 62271-203:2003, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

CISPR 16-1:1999, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

CISPR 18-2:1986, *Caractéristiques des lignes et des équipements à haute tension relatives aux perturbations radioélectriques – Partie 2: Méthodes de mesure et procédure d'établissement des limites*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

parafoudre à oxyde métallique sans éclateur

parafoudre à résistances variables à oxyde métallique connectées en série et/ou en parallèle, ne comportant pas d'éclateurs en série ou en parallèle

3.2

résistance variable à oxyde métallique

partie d'un parafoudre qui, par sa caractéristique non linéaire de la tension en fonction du courant, fonctionne comme une résistance de faible valeur pour les surtensions, limitant ainsi la tension aux bornes du parafoudre, et comme une résistance de valeur élevée à la tension normale à fréquence industrielle

3.3

système de répartition interne d'un parafoudre

impédances de répartition, en particulier condensateurs de répartition connectés en parallèle sur une seule résistance ou sur un groupe de résistances non linéaires à oxyde métallique pour fixer la répartition de la tension le long de la colonne de résistances à oxyde métallique

3.4

anneau de garde d'un parafoudre

partie métallique, généralement de forme circulaire, montée pour modifier électrostatiquement la répartition de la tension le long du parafoudre

3.5

fraction de parafoudre

partie complète d'un parafoudre, correctement assemblée, nécessaire pour représenter le comportement d'un parafoudre complet lors d'un essai particulier

NOTE Une fraction de parafoudre n'est pas nécessairement un élément de parafoudre.

3.6

élément de parafoudre

partie d'un parafoudre, entièrement contenue dans une enveloppe, qui peut être connectée en série et/ou en parallèle avec d'autres éléments pour réaliser un parafoudre ayant des valeurs assignées de tension et/ou de courant plus élevées

NOTE Un élément de parafoudre n'est pas nécessairement une fraction de parafoudre.

IEC 62271-200:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: A.C. metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203:2003, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

CISPR 16-1:1999, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 18-2:1986, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits*

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

3.1

metal-oxide surge arrester without gaps

arrester having non-linear metal-oxide resistors connected in series and/or in parallel without any integrated series or parallel spark gaps

3.2

non-linear metal-oxide resistor

part of the surge arrester which, by its non-linear voltage versus current characteristics, acts as a low resistance to overvoltages, thus limiting the voltage across the arrester terminals, and as a high resistance at normal power-frequency voltage

3.3

internal grading system of an arrester

grading impedances, in particular grading capacitors connected in parallel to one single or to a group of non-linear metal-oxide resistors, to control the voltage distribution along the metal-oxide resistor stack

3.4

grading ring of an arrester

metal part, usually circular in shape, mounted to modify electrostatically the voltage distribution along the arrester

3.5

section of an arrester

complete, suitably assembled part of an arrester necessary to represent the behaviour of a complete arrester with respect to a particular test

NOTE A section of an arrester is not necessarily a unit of an arrester.

3.6

unit of an arrester

completely housed part of an arrester which may be connected in series and/or in parallel with other units to construct an arrester of higher voltage and/or current rating

NOTE A unit of an arrester is not necessarily a section of an arrester.