

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Surge arresters –

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

Parafoudres –

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



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2006 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Surge arresters –

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

Parafoudres –

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

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

CR

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
6.17 Capacité de décharge aux chocs de foudre	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	92
8.7 Essais de court-circuit	96
8.8 Essais de décharges partielles internes.....	116

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
6.17 Lightning impulse discharge capability	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.....	93
8.7 Short-circuit tests	97
8.8 Internal partial discharge tests	117

8.9	Essai en moment de flexion.....	116
8.10	Essais d'environnement	118
8.11	Essai de mesure du taux de fuite.....	120
8.12	Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV)	122
9	Essais individuels et essais de réception	124
9.1	Essais individuels.....	124
9.2	Essais de réception	126
10	Prescriptions d'essais pour les parafoudres à enveloppe synthétique	130
10.1	Domaine d'application	130
10.2	Références normatives.....	130
10.3	Termes et définitions	130
10.4	Identification et classification.....	130
10.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	130
10.6	Prescriptions	130
10.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	132
10.8	Essais de type (essais de conception).....	132
11	Prescriptions d'essais pour les parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (Parafoudres blindés)	164
11.1	Domaine d'application	164
11.2	Références normatives.....	164
11.3	Termes et définitions	164
11.4	Identification et classification.....	164
11.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	164
11.6	Prescriptions	166
11.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	168
11.8	Essais de type (essais de conception).....	168
11.9	Essais individuels.....	178
11.10	Essais consécutifs à l'installation sur site	178
12	Parafoudres débouchables et parafoudres pour prises.....	184
12.1	Domaine d'application	184
12.2	Références normatives.....	184
12.3	Termes et définitions	184
12.4	Identification et classification.....	184
12.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	184
12.6	Prescriptions	184
12.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	186
12.8	Essais de type (essais de conception).....	186
12.9	Essais individuels et essais de réception.....	198
13	Parafoudres immergés	198
13.1	Domaine d'application	198
13.2	Références normatives.....	198
13.3	Termes et définitions	198
13.4	Identification et classification.....	198
13.5	Caractéristiques assignées et conditions de service	200
13.6	Prescriptions	200
13.7	Conditions générales d'exécution des essais.....	200
13.8	Essais de type (essais de conception).....	200
13.9	Essais individuels et essais de réception.....	216

8.9	Test of the bending moment	117
8.10	Environmental tests	119
8.11	Seal leak rate test	121
8.12	Radio interference voltage (RIV) test	123
9	Routine tests and acceptance tests	125
9.1	Routine tests	125
9.2	Acceptance tests	127
10	Test requirements on polymer-housed surge arresters	131
10.1	Scope	131
10.2	Normative references	131
10.3	Terms and definitions	131
10.4	Identification and classification	131
10.5	Standard ratings and service conditions	131
10.6	Requirements	131
10.7	General testing procedure	133
10.8	Type tests (design tests)	133
11	Test requirements on gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters)	165
11.1	Scope	165
11.2	Normative references	165
11.3	Terms and definitions	165
11.4	Identification and classification	165
11.5	Standard ratings and service conditions	165
11.6	Requirements	167
11.7	General testing procedures	169
11.8	Type tests (design tests)	169
11.9	Routine tests	179
11.10	Test after erection on site	179
12	Separable and dead-front arresters	185
12.1	Scope	185
12.2	Normative references	185
12.3	Terms and definitions	185
12.4	Identification and classification	185
12.5	Standard ratings and service conditions	185
12.6	Requirements	185
12.7	General testing procedure	187
12.8	Type tests (design tests)	187
12.9	Routine tests and acceptance tests	199
13	Liquid-immersed arresters	199
13.1	Scope	199
13.2	Normative references	199
13.3	Terms and definitions	199
13.4	Identification and classification	199
13.5	Standard ratings and service conditions	201
13.6	Requirements	201
13.7	General testing procedure	201
13.8	Type tests (design tests)	201
13.9	Routine tests and acceptance tests	217

Annexe A (normative) Conditions anormales de service.....	218
Annexe B (normative) Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre	220
Annexe C (normative) Prescriptions relatives aux parafoudres pour courants de foudre élevés pour la gamme de tension de 1 kV à 52 kV	222
Annexe D (normative) Méthode de vérification de la caractéristique de tension à fréquence industrielle en fonction du temps d'un parafoudre	228
Annexe E (informative) Guide pour le choix de la classe de décharge de ligne	232
Annexe F (normative) Essai de pollution artificielle relatif à la contrainte thermique des parafoudres à oxyde métallique à enveloppe en porcelaine comportant plusieurs éléments	236
Annexe G (informative) Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres	266
Annexe H (informative) Circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude (voir 8.5.4)	272
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).....	276
Annexe J (informative) Tensions résiduelles maximales typiques	278
Annexe K (informative) Procédure d'essai de vieillissement – Loi d'Arrhénius – Problèmes liés aux températures plus élevées.....	280
Annexe L (informative) Guide pour la détermination de la répartition de tension dans les parafoudres à oxyde métallique	284
Annexe M (normative) Considérations d'ordre mécanique.....	300
Annexe N (normative) Procédure d'essai pour déterminer la capacité de décharge aux chocs de foudre	308
Bibliographie.....	314
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.....	128
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.....	130
Figure 6 – Essai thermomécanique	152
Figure 7 – Exemple de configuration pour l'essai thermomécanique et orientation de l'effort de flexion	154
Figure 8 – Essai d'immersion dans l'eau	156
Figure 9 – Exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré sous tension (conformément à la CEI 61109)	162
Figure 10 – Autre exemple de cycle de vieillissement climatique accéléré	164
Figure 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres pour prise ou débroschables avec enveloppe blindée	188

Annex A (normative) Abnormal service conditions	219
Annex B (normative) Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section	221
Annex C (normative) Requirements for high lightning duty arresters for voltage range 1 kV to 52 kV	223
Annex D (normative) Procedure to verify the power-frequency voltage-versus-time characteristics of an arrester	229
Annex E (informative) Guide to selection of line discharge class	233
Annex F (normative) Artificial pollution test with respect to the thermal stress on porcelain-housed multi-unit metal-oxide surge arresters	237
Annex G (informative) Typical information given with enquiries and tenders	267
Annex H (informative) Typical circuit for high current impulse operating duty test (see 8.5.4)	273
Annex I (informative) Typical circuit for a distributed constant impulse generator for the long duration current impulse withstand test (see 8.4)	277
Annex J (informative) Typical maximum residual voltages	279
Annex K (informative) Ageing test procedure – Arrhenius law – Problems with higher temperatures	281
Annex L (informative) Guide for the determination of the voltage distribution along metal-oxide surge arresters	285
Annex M (normative) Mechanical considerations	301
Annex N (normative) Test procedure to determine the lightning impulse discharge capability	309
Bibliography	315
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	129
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	131
Figure 6 – Thermomechanical test	153
Figure 7 – Example of the test arrangement for the thermomechanical test and direction of the cantilever load	155
Figure 8 – Water immersion	157
Figure 9 – Example of an accelerated weather ageing cycle under operating voltage (according to IEC 61109)	163
Figure 10 – Another example of an accelerated weather ageing cycle	165
Figure 11 – Test set-up for insulation withstand test of separable arresters in insulating housings	189

Figure 12 – Puissance absorbée par un parafoudre à températures élevées en fonction du temps	206
Figure 13 – Exemples d'unités de parafoudres.....	112
Figure 14 – Court-circuit échantillon d'essai.....	114
Figure 15 – Exemple de circuit d'essai pour ré-appliquer le circuit pré-dégradé immédiatement avant l'application du courant d'essai de court-circuit.....	116
Figure C.1 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés	226
Figure C.2 – Essai de stabilité thermique sur les parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés (voir 9.2.2).....	226
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.....	228
Figure D.2 – Essai des parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés	230
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	230
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	234
Figure F.1 – Organigramme démontrant la procédure permettant de déterminer le préchauffage d'un échantillon en essai.....	242
Figure H.1 – Schéma de circuit type pour l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude.....	272
Figure I.1 – Circuit type de générateur de chocs à constantes réparties pour l'essai aux chocs de courant de longue durée.....	276
Figure L.1 – Installation triphasée type de parafoudres	294
Figure L.2 – Circuit équivalent simplifié multi-étages d'un parafoudre	294
Figure L.3 – Géométrie du modèle de parafoudre	296
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	298
Figure L.5 – Répartition de tension calculée le long de la colonne de résistances dans le cas B.....	298
Figure M.1 – Moment de flexion pour un parafoudre à plusieurs unités	300
Figure M.2 – Fraction de parafoudre	304
Figure M.3 – Dimensions du parafoudre.....	306
Tableau 1 – Classification des parafoudres.....	38
Tableau 2 – Echelons de tensions assignées.....	38
Tableau 3 – Essais de type de parafoudre ^a	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 A 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.....	86
Tableau 14 – Exigences d'essai.....	108
Tableau 15 – Courants exigés pour les essais de court-circuit	110

Figure 12 – Power losses of arrester at elevated temperatures versus time	207
Figure 13 – Examples of arrester units	113
Figure 14 – Short-circuit test setup	115
Figure 15 – Example of a test circuit for re-applying pre-failing circuit immediately before applying the short-circuit test current	117
Figure C.1 – Operating duty test on 20 000 A high lightning duty arresters	227
Figure C.2 – Thermal stability test on 20 000 A high lightning duty arresters (see 9.2.2)	227
Figure D.1 – Test on 10 000 A line discharge class 1, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters	229
Figure D.2 – Test on 20 000 A high lightning duty arresters	231
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	231
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	235
Figure F.1 – Flow-chart showing the procedure for determining the preheating of a test sample	243
Figure H.1 – Typical test circuit diagram for high current impulse operating duty test	273
Figure I.1 – Typical distributed constant impulse generator for the long-duration impulse test	277
Figure L.1 – Typical three-phase arrester installation	295
Figure L.2 – Simplified multi-stage equivalent circuit of an arrester	295
Figure L.3 – Geometry of arrester model	297
Figure L.4 – Example of voltage-current characteristic of metal-oxide resistors at +20 °C in the leakage current region	299
Figure L.5 – Calculated voltage stress along the resistor column in case B	299
Figure M.1 – Bending moment – multi-unit surge arrester	301
Figure M.2 – Surge arrester unit	305
Figure M.3 – Surge-arrester dimensions	307
Table 1 – Arrester classification	39
Table 2 – Steps of rated voltages	39
Table 3 – Arrester type tests ^a	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	87
Table 14 – Test requirements	109
Table 15 – Required currents for short-circuit tests	111

Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	138
Tableau 9 – Parafoudres blindés triphasés 10 000 A et 20 000 A – Tensions de tenue prescrites	180
Tableau 10 – Parafoudres blindés triphasés 1 500 A, 2 500 A et 5 000 A – Tensions de tenue prescrites	182
Tableau 11 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation des parafoudres débrochables non blindés	188
Tableau 12 – Tensions d'essai de tenue de l'isolation de l'enveloppe des parafoudres débrochables ou pour prise blindés.....	188
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	192
Tableau 13 – Essais de décharges partielles internes pour les parafoudres débrochables et les parafoudres pour prise	198
Tableau 7 – Détermination des tensions assignée et de service permanent majorées.....	206
Tableau 8 – Prescriptions pour les chocs de courant de grande amplitude.....	208
Tableau C.1 – Prescriptions relatives aux parafoudres 20 000 A pour courants de foudre élevés	224
Tableau F.1 – Charge moyenne externe pour différentes sévérités de la pollution	244
Tableau F.2 – Caractéristiques de l'échantillon utilisé lors de l'essai de pollution.....	246
Tableau F.3 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la charge.....	248
Tableau F.4 – Exigences relatives à l'appareil de mesure de la température.....	250
Tableau F.5 – Résultats du calcul de $\Delta T_{z \max}$ pour l'exemple choisi	262
Tableau F.6 – Résultats de l'essai sous brouillard salin pour l'exemple choisi.....	262
Tableau F.7 – Valeurs calculées de ΔT_z et T_{OD} après 5 cycles pour l'exemple choisi.....	264
Tableau F.8 – Valeurs calculées de ΔT_z et T_{OD} après 10 cycles pour l'exemple choisi.....	264
Tableau J.1 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 20 000 A et 10 000 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	278
Tableau J.2 – Tensions résiduelles pour les parafoudres 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A Valeurs rapportées à la tension assignée.....	278
Tableau K.1 – Durée de vie minimale prévisible démontrée	280
Tableau K.2 – Relation entre durée d'essai à 115 °C et durée équivalente à la limite supérieure de la température ambiante.....	282
Tableau L.1 – Résultats d'exemples de calcul.....	292

Table 8 – Requirements for high current impulses	139
Table 9 – 10 000 A and 20 000 A three-phase GIS-arresters – Required withstand voltages	181
Table 10 – 1 500 A, 2 500 A and 5 000 A three – phase – GIS arresters – Required withstand voltages	183
Table 11 – Insulation withstand test voltages for unscreened separable arresters.....	189
Table 12 – Insulation withstand test voltages for dead-front arresters or separable arresters in a screened housing.....	189
Table 8 – Requirements for high current impulses	193
Table 13 – Partial discharge test values for separable and dead-front arresters.....	199
Table 7 – Determination of elevated rated and continuous operating voltages	207
Table 8 – Requirements for high current impulses	209
Table C.1 – Test requirements on 20 000 A high lightning duty arresters ^a	225
Table F.1 – Mean external charge for different pollution severities.....	245
Table F.2 – Characteristic of the sample used for the pollution test.....	247
Table F.3 – Requirements for the device used for the measurement of the charge.....	249
Table F.4 – Requirements for the device used for the measurement of the temperature.....	251
Table F.5 – Calculated values of $\Delta T_{Z \max}$ for the selected example	263
Table F.6 – Results of the salt fog test for the selected example.....	263
Table F.7 – Calculated values of ΔT_z and of T_{OD} after 5 cycles for the selected example.....	265
Table F.8 – Calculated values of ΔT_z and of T_{OD} after 10 cycles for the selected example.....	265
Table J.1 – Residual voltages for 20 000 A and 10 000 A arresters in per unit of rated voltage.....	279
Table J.2 – Residual voltages for 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A arresters in per unit of rated voltage.....	279
Table K.1 – Minimum demonstrated lifetime prediction	281
Table K.2 – Relationship between test durations at 115 °C and equivalent time at upper limit of ambient temperature.....	283
Table L.1 – Results from example calculations	293

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

- 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 débrosables 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

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

- 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 judgewhich part of a clause has been amended.

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 appropriés 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.

La présente version consolidée de la CEI 60099-4 comprend la deuxième édition (2004) [documents 37/298/FDIS et 37/300/RVD] et son amendement 1 (2006) [documents 37/324/FDIS et 37/325/RVD].

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

Elle porte le numéro d'édition 2.1.

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

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

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

- 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.

This consolidated version of IEC 60099-4 consists of the second edition (2004) [documents 37/298/FDIS and 37/300/RVD] and its amendment 1 (2006) [documents 37/324/FDIS and 37/325/RVD].

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

It bears the edition number 2.1.

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

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

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site 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.

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.