IEC 60099-9

Edition 1.0 2014-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Surge arresters –
Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations

Parafoudres –
Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour postes de conversion CCHT



IEC 60099-9:2014-06(en-fr)

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS 95
1 Domaine d'application 97
2 Références normatives 97
3 Termes et définitions 98
4 Configurations de postes de conversion CCHT typiques, et types, emplacements et tension de régime de parafoudres 108
5 Identification et classification 114
5.1 Identification des parafoudres 114
5.2 Classification des parafoudres 114
6 Conditions de service 114
6.1 Conditions normales de service 114
6.2 Conditions anormales de service 115
7 Exigences 115
7.1 Tenue diélectrique de l'enveloppe du parafoudre 115
7.2 Tension de référence 116
7.3 Tension résiduelle 116
7.4 Décharge partielle interne 117
7.5 Taux de fuite de l'étanchéité 117
7.6 Répartition du courant dans un parafoudre à plusieurs colonnes et entre des parafoudres adaptés 117
7.7 Stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 117
7.8 Tenue au transfert de charges répétitives 117
7.9 Capacité d'énergie thermique 117
7.10 Comportement aux courants de court-circuit 117
7.11 Exigences pour les éléments de répartition internes 118
7.12 Efforts mécaniques 118
7.12.1 Généralités 118
7.12.2 Moment de flexion 118
7.12.3 Résistance aux contraintes d'environnement 118
7.12.4 Embase isolante 118
7.12.5 Valeur de l'effort moyen à la rupture (MBL) 119
7.13 Compatibilité électromagnétique 119
7.14 Fin de cycle 119
8 Conditions générales d'exécution des essais 119
8.1 Appareillage de mesure et précision 119
8.2 Mesures de la tension de référence 119
8.3 Échantillons pour essai 119
8.3.1 Généralités 119
8.3.2 Exigences pour les fractions de parafoudre 120
9 Essais de type (essais de conception) 122
9.1 Généralités 122
9.2 Essais de tenue diélectrique de l'enveloppe des parafoudres 122
9.2.1 Généralités 122
9.2.2 Essais sur les enveloppes d'un élément individuel 123
9.2.3 Essais sur l'assemblage des enveloppes du parafoudre complet 123

9.2.4 Caractéristiques de l'air ambiant pendant les essais 123
9.2.5 Modalités des essais sous pluie 123
9.2.6 Essai de tension de tenue au choc de foudre 123
9.2.7 Essai de tension de tenue au choc de manœuvre 124
9.2.8 Essai de tension de tenue à fréquence industrielle 124
9.3 Essais de court-circuit 125
9.4 Essais de décharge partielle interne 126
9.5 Essai de moment de flexion 126
9.5.1 Essai sur des parafoudres à enveloppe en porcelaine 126
9.5.2 Essai sur les parafoudres à enveloppe synthétique 128
9.6 Essais d'environnement 135
9.6.1 Généralités 135
9.6.2 Présentation générale 135
9.6.3 Préparation des échantillons 136
9.6.4 Procédure d'essai 136
9.6.5 Évaluation de l'essai 136
9.7 Essai de vieillissement climatique 136
9.7.1 Généralités 136
9.7.2 Éprouvettes 136
9.7.3 Procédure d'essai 136
9.7.4 Évaluation de l'essai 137
9.8 Essai de mesure du taux de fuite 138
9.8.1 Généralités 138
9.8.2 Présentation générale 138
9.8.3 Préparation des échantillons 138
9.8.4 Procédure d'essai 138
9.8.5 Évaluation de l'essai 138
9.9 Essai aux tensions perturbatrices RF (RIV) 138
9.10 Essai de tension résiduelle 141
9.10.1 Généralités 141
9.10.2 Essai de la tension résiduelle au choc de courant à front raide 141
9.10.3 Essai de la tension résiduelle au choc de foudre 142
9.10.4 Essai de la tension résiduelle au choc de manœuvre 142
9.11 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 142
9.11.1 Généralités 142
9.11.2 Procédure d'essai pour les parafoudres soumis à une inversion de la tension 143
9.11.3 Procédure d'essai pour les parafoudres non soumis à une inversion de la tension 146
9.12 Essai de vérification des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, Q_{rs} 147
9.12.1 Généralités 147
9.12.2 Procédure d'essai 148
9.12.3 Évaluation de l'essai 149
9.12.4 Valeurs assignées des caractéristiques assignées de transfert de charges répétitives, Q_{rs} 149
9.13 Capacité de dissipation de chaleur de l'échantillon pour essai 150
9.13.1 Généralités 150
9.13.2 Exigences pour les fractions de parafoudre 150

9.13.3 Procédure de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre et une fraction de parafoudre 150
9.14 Essai de vérification des caractéristiques assignées d'énergie thermique, W_{th} 150
9.14.1 Généralités 150
9.14.2 Exigences pour les fractions de parafoudre 150
9.14.3 Procédure d'essai 151
9.15 Essai de vérification de la tenue diélectrique des composants internes 152
9.15.1 Généralités 152
9.15.2 Procédure d'essai 152
9.15.3 Évaluation de l'essai 153
9.16 Essai des éléments de répartition internes 153
9.16.1 Essai de vérification de la stabilité à long terme sous une tension de régime permanent 153
9.16.2 Essai cyclique thermique 154
10 Essais individuels de série et essai de réception 155
10.1 Essais individuels de série 155
10.2 Essais de réception 156
10.2.1 Essais de réception normaux 156
10.2.2 Essai spécial de stabilité thermique 156
11 Exigences d'essai concernant les différents types de parafoudres 156
11.1 Généralités 156
11.2 Parafoudre de valve (V) 156
11.2.1 Généralités 156
11.2.2 Tension de régime permanent 157
11.2.3 Tension de régime permanent équivalente 157
11.2.4 Essais de type 158
11.2.5 Essais individuels de série et essais de réception 159
11.3 Parafoudre à pont et parafoudres de convertisseur HT et BT (B, CH, CL) 159
11.3.1 Tension de régime permanent 159
11.3.2 Tension de régime permanent équivalente 160
11.3.3 Essais de type 161
11.3.4 Essais individuels de série et essais de réception 161
11.4 Parafoudre de convertisseur (C) 161
11.4.1 Généralités 161
11.4.2 Tension de régime permanent 161
11.4.3 Tension de régime permanent équivalente 161
11.4.4 Essais de type 162
11.4.5 Essais individuels de série et essais de réception 162
11.5 Parafoudre de bus c.c. médian, parafoudres à pont médian et parafoudre entre convertisseurs (M, MH, ML, CM) 162
11.5.1 Tension de régime permanent 162
11.5.2 Tension de régime permanent équivalente 162
11.5.3 Essais de type 163
11.5.4 Essais individuels de série et essais de réception 163
11.6 Parafoudre de bus c.c. de convertisseur (CB) 163
11.6.1 Tension de régime permanent 163
11.6.2 Tension de régime permanent équivalente 163
11.6.3 Essais de type 163
11.6.4 Essais individuels de série et essais de réception 164

11.7 Parafoudre de bus c.c. et parafoudre de ligne/câble c.c. (DB, DL/DC) 164
11.7.1 Généralités 164
11.7.2 Tension de régime permanent 164
11.7.3 Tension de régime permanent équivalente 164
11.7.4 Essais de type 164
11.7.5 Essais individuels de série et essais de réception 166
11.8 Parafoudres de bus neutre (EB, E1, E) 166
11.8.1 Tension de régime permanent 166
11.8.2 Tension de régime permanent équivalente 166
11.8.3 Essais de type 166
11.8.4 Essais individuels de série et essais de réception 167
11.9 Parafoudres de filtres c.c. et c.a. (FA, FD) 168
11.9.1 Tension de régime permanent 168
11.9.2 Tension de régime permanent équivalente 168
11.9.3 Essais de type 169
11.9.4 Essais individuels de série et essais de réception 169
11.10 Parafoudres de ligne d'électrodes et de retour métallique (EL, EM) 170
11.10.1 Tension de régime permanent 170
11.10.2 Tension de régime permanent équivalente 170
11.10.3 Essais de type 170
11.10.4 Essais individuels de série et essais de réception 170
11.11 Parafoudre d'inductance de lissage (DR) 170
11.11.1 Généralités 170
11.11.2 Tension de régime permanent 170
11.11.3 Tension de régime permanent équivalente 170
11.11.4 Essais de type 170
11.11.5 Essais individuels de série et essais de réception 170
11.12 Parafoudre de condensateur (CC) 170
11.12.1 Généralités 170
11.12.2 Tension de régime permanent 171
11.12.3 Tension de régime permanent équivalente 171
11.12.4 Essais de type 171
11.12.5 Essais individuels de série et essais de réception 171
11.13 Parafoudre d'enroulement de valve de transformateur (T) 171
11.13.1 Généralités 171
11.13.2 Tension de régime permanent 172
11.13.3 Tension de régime permanent équivalente 172
11.13.4 Essais de type 172
11.13.5 Essais individuels de série et essais de réception 172
Annexe A (normative) Essai de vérification de l'équivalence thermique entre un parafoudre complet et une fraction de parafoudre 173
Annexe B (normative) Détermination de la température de départ dans l'essai de récupération thermique 175
Annexe C (normative) Considérations d'ordre mécanique 176
C.1 Essai de moment de flexion 176
C.2 Essai sismique 177
C.3 Définition des efforts mécaniques 177
C.4 Définition du taux de fuite 178
C.5 Calcul du moment de flexion dû au vent 180

C.6 Procédures des essais de moment de flexion pour les parafoudres à enveloppe en porcelaine et les parafoudres à enveloppe synthétique 181
Annexe D (informative) Différentes configurations de circuits 183
Bibliographie 185

Figure 1 – Schéma unifilaire d'un poste de conversion type avec deux ponts de conversion â 12 impulsions par pôle 109
Figure 2 – Schéma unifilaire d'un poste de conversion type avec un pont de conversion â 12 impulsions par pôle 110
Figure 3 – Schéma unifilaire de pôle de convertisseur commuté par condensateur (CCC – capacitor commutated converter) type avec deux convertisseurs à 12 impulsions en série 111
Figure 4 – Tensions de régime permanent typiques pour différents parafoudres – modélisation à basse fréquence (emplacement selon Figures 1 à 3, fréquence fondamentale de 50 Hz) 113
Figure 5 – Tensions de régime permanent typiques pour différents parafoudres – modélisation à haute fréquence (emplacement selon Figures 1 à 3, fréquence fondamentale de 50 Hz) 114
Figure 6 – Essai thermomécanique 131
Figure 7 – Exemple de configuration pour l'essai thermomécanique et orientation de l'effort de flexion 132
Figure 8 – Immersion dans l'eau 134
Figure 9 – Cycle d'essai pour l'essai de vieillissement accéléré avec inversions de la polarité, méthode a) 145
Figure 10 – Tension de régime d'un parafoudre de valve (V) (redressage) et définition des tensions PCOV et CCOV 157
Figure 11 – Tension de régime d'un parafoudre à pont et définition des tensions DCOV, PCOV et CCOV 160
Figure 12 – Tracé illustrant la durée relative de la tension au-dessus de certaines amplitudes 169
Figure C.1 – Moment de flexion pour un parafoudre à plusieurs éléments 176
Figure C.2 – Définitions des efforts mécaniques 178
Figure C.3 – Élément de parafoudre 179
Figure C.4 – Dimensions du parafoudre 180
Figure C.5 – Logigramme des procédures des essais de moment de flexion 182
Figure D.1 – Schéma unifilaire d'un poste de conversion CSCC avec deux convertisseurs â 12 impulsions en série 183
Figure D.2 – Schéma unifilaire de postes de conversion dos-à-dos avec deux convertisseurs â 12 impulsions en série 184

Tableau 1 – Synthèse des essais de type – 1 158
Tableau 2 – Synthèse des essais de type – 2 167

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PARAFOUDRES –

Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour postes de conversion CCHT

AVANT-PROPOS

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

La Norme internationale IEC 60099-9 a été établie par le comité d'études 37 de l'IEC: Parafoudres.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37/417/FDIS	37/422/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/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 60099, publiées sous le titre général *Parafoudres*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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

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

IMPORTANT – Le logo *"colour inside"* qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

PARAFOUDRES –

Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour postes de conversion CCHT

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 60099 s'applique aux parafoudres à résistance variable à oxyde métallique sans éclateur conçus pour limiter les surtensions dans les postes de conversion CCHT de types bi pôles, multi pôles et dos à dos, jusqu'à et y compris une tension de régime de 1 100 kV. La norme s'applique généralement aux parafoudres à enveloppe en porcelaine et à enveloppe synthétique, mais également aux parafoudres sous enveloppe métallique à isolation gazeuse (parafoudres blindés ou parafoudres GIS) utilisés seulement comme parafoudres de bus c.c. et comme parafoudres de câble/ligne c.c. Les parafoudres pour convertisseurs de source de tension ne sont pas couverts. Les parafoudres appliqués sur les réseaux à courant alternatif au poste de conversion et soumis à une tension à fréquence industrielle de 50 Hz ou 60 Hz principalement sans harmonique sont soumis à essai selon l'IEC 60099-4. Les parafoudres sur les filtres c.a. sont soumis à essai selon la présente norme.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

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

IEC 60068-2-11:1981, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-14, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-17, *Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique - Partie 2-17: Essais - Essai Q: Etanchéité*

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

IEC TS 60071-5:2002, *Insulation co-ordination – Part 5: Procedures for high-voltage direct current (HVDC) converter stations*

IEC 60099-4:2004*, Parafoudres – Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateurs pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60143-2, *Condensateurs série destinés à être installés sur des réseaux - Partie 2: Matériel de protection pour les batteries de condensateurs série*

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

IEC 60721-3-2, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Section 2: Transport*

IEC TS 60815-2, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems* (disponible en anglais seulement)

IEC 62217, *Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur – Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation*

IEC 62271-200:2011, *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*

IEC 62271-203:2011, *Appareillage à haute tension – Partie 203: Appareillage sous enveloppe métallique à isolation gazeuse de tensions assignées supérieures à 52 kV*

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

CISPR/TR 18-2, *Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits* (disponible en anglais seulement)

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1
essais de réception
essais effectués sur les parafoudres ou sur des prélèvements d'une fourniture après accord entre le constructeur et l'utilisateur

3.2
moment de flexion
force perpendiculaire à l'axe longitudinal d'un parafoudre multipliée par la distance verticale entre l'embase (niveau le plus bas de la collerette) du parafoudre et le point d'application de la force

3.3
effort à la rupture
force perpendiculaire à l'axe longitudinal d'un parafoudre à enveloppe en porcelaine, qui provoque la rupture mécanique de son enveloppe

3.4
courant permanent d'un parafoudre
courant circulant à travers le parafoudre lorsque celui-ci est soumis à la tension de régime permanent

Note 1 à l'article: Le courant permanent, qui comporte une composante résistive et une composante capacitive, peut varier avec la température et les effets des capacités parasites ou de la pollution externe. Le courant permanent d'un échantillon pour essai peut donc être différent du courant permanent d'un parafoudre complet.



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2014 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 l'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembé
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

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

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue
The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub
The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,…). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org
The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 14 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary
More than 55 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc
If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: csc@iec.ch.

A propos de l'IEC
La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) 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 IEC
Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue
Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub
La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,…). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished
Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org
Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 14 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary
Plus de 55 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc
Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: csc@iec.ch.

IEC 60099-9

Edition 1.0 2014-06

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

colour inside

Surge arresters –
Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations

Parafoudres –
Partie 9: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour postes de conversion CCHT

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX XD

ICS 29.120.50; 29.240.10

ISBN 978-2-8322-1644-6

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

® Registered trademark of the International Electrotechnical Commission
Marque déposée de la Commission Electrotechnique Internationale

CONTENTS

FOREWORD 7
1 Scope 9
2 Normative references 9
3 Terms and definitions 10
4 Typical HVDC converter station schemes, arrester types, locations and operating voltage 19
5 Identification and classification 24
5.1 Arrester identification 24
5.2 Arrester classification 25
6 Service conditions 25
6.1 Normal service conditions 25
6.2 Abnormal service conditions 25
7 Requirements 26
7.1 Insulation withstand of the arrester housing 26
7.2 Reference voltage 26
7.3 Residual voltage 26
7.4 Internal partial discharge 27
7.5 Seal leak rate 27
7.6 Current distribution in a multi-column arrester and between matched arresters 27
7.7 Long term stability under continuous operating voltage 27
7.8 Repetitive charge transfer withstand 27
7.9 Thermal energy capability 27
7.10 Short-circuit performance 28
7.11 Requirements on internal grading components 28
7.12 Mechanical loads 28
7.12.1 General 28
7.12.2 Bending moment 28
7.12.3 Resistance against environmental stresses 28
7.12.4 Insulating base 28
7.12.5 Mean value of breaking load (MBL) 29
7.13 Electromagnetic compatibility 29
7.14 End of life 29
8 General testing procedure 29
8.1 Measuring equipment and accuracy 29
8.2 Reference voltage measurements 29
8.3 Test samples 29
8.3.1 General 29
8.3.2 Arrester section requirements 30
9 Type tests (design tests) 31
9.1 General 31
9.2 Insulation withstand test on the arrester housing 32
9.2.1 General 32
9.2.2 Tests on individual unit housings 32
9.2.3 Tests on complete arrester housing assemblies 32

9.2.4 Ambient air conditions during tests 32
9.2.5 Wet test procedure 33
9.2.6 Lightning impulse voltage test 33
9.2.7 Switching impulse voltage test 33
9.2.8 Power-frequency voltage test 34
9.3 Short-circuit tests 34
9.4 Internal partial discharge tests 35
9.5 Test of the bending moment 36
9.5.1 Test on porcelain-housed arresters 36
9.5.2 Test on polymer-housed arresters 37
9.6 Environmental tests 43
9.6.1 General 43
9.6.2 Overview 43
9.6.3 Sample preparation 44
9.6.4 Test procedure 44
9.6.5 Test evaluation 44
9.7 Weather ageing test 44
9.7.1 General 44
9.7.2 Test specimens 44
9.7.3 Test procedure 44
9.7.4 Evaluation of the test 45
9.8 Seal leak rate test 46
9.8.1 General 46
9.8.2 Overview 46
9.8.3 Sample preparation 46
9.8.4 Test procedure 46
9.8.5 Test evaluation 46
9.9 Radio interference voltage (RIV) test 46
9.10 Residual voltage test 48
9.10.1 General 48
9.10.2 Steep current impulse residual voltage test 49
9.10.3 Lightning impulse residual voltage test 49
9.10.4 Switching impulse residual voltage test 50
9.11 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 50
9.11.1 General 50
9.11.2 Test procedure for arresters subjected to voltage reversal 51
9.11.3 Test procedure for arresters not subjected to voltage reversal 53
9.12 Test to verify the repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 54
9.12.1 General 54
9.12.2 Test procedure 55
9.12.3 Test evaluation 55
9.12.4 Rated values of repetitive charge transfer rating, Q_{rs} 56
9.13 Heat dissipation behaviour of test sample 56
9.13.1 General 56
9.13.2 Arrester section requirements 56
9.13.3 Procedure to verify thermal equivalency between arrester and arrester section 56
9.14 Test to verify the thermal energy rating, W_{th} 57
9.14.1 General 57

9.14.2 Arrester section requirements 57
9.14.3 Test procedure 57
9.15 Test to verify the dielectric withstand of internal components 58
9.15.1 General 58
9.15.2 Test procedure 59
9.15.3 Test evaluation 59
9.16 Test of internal grading components 59
9.16.1 Test to verify long term stability under continuous operating voltage 59
9.16.2 Thermal cyclic test 60
10 Routine tests and acceptance test 61
10.1 Routine tests 61
10.2 Acceptance tests 62
10.2.1 Standard acceptance tests 62
10.2.2 Special thermal stability test 62
11 Test requirements on different types of arresters 62
11.1 General 62
11.2 Valve arrester (V) 62
11.2.1 General 62
11.2.2 Continuous operating voltage 62
11.2.3 Equivalent continuous operating voltage 63
11.2.4 Type tests 64
11.2.5 Routine and acceptance tests 65
11.3 Bridge arrester and HV and LV converter unit arresters (B, CH, CL) 65
11.3.1 Continuous operating voltage 65
11.3.2 Equivalent continuous operating voltage 66
11.3.3 Type tests 66
11.3.4 Routine and acceptance tests 66
11.4 Converter unit arrester (C) 66
11.4.1 General 66
11.4.2 Continuous operating voltage 66
11.4.3 Equivalent continuous operating voltage 66
11.4.4 Type tests 67
11.4.5 Routine and acceptance tests 67
11.5 Mid-point d.c. bus arrester, mid-point bridge arresters and arrester between converters (M, MH, ML, CM) 67
11.5.1 Continuous operating voltage 67
11.5.2 Equivalent continuous operating voltage 67
11.5.3 Type tests 68
11.5.4 Routine and acceptance tests 68
11.6 Converter unit d.c. bus arrester (CB) 68
11.6.1 Continuous operating voltage 68
11.6.2 Equivalent continuous operating voltage 68
11.6.3 Type tests 69
11.6.4 Routine and acceptance tests 69
11.7 DC bus and d.c. line/cable arrester (DB, DL/DC) 69
11.7.1 General 69
11.7.2 Continuous operating voltage 69
11.7.3 Equivalent continuous operating voltage 69
11.7.4 Type tests 69

11.7.5 Routine and acceptance tests 70
11.8 Neutral bus arresters (EB, E1, E) 71
11.8.1 Continuous operating voltage 71
11.8.2 Equivalent continuous operating voltage 71
11.8.3 Type tests 71
11.8.4 Routine and acceptance tests 72
11.9 DC and AC filter arresters (FA, FD) 72
11.9.1 Continuous operating voltage 72
11.9.2 Equivalent continuous operating voltage 72
11.9.3 Type tests 74
11.9.4 Routine and acceptance tests 74
11.10 Electrode line and metallic return arresters (EL, EM) 74
11.10.1 Continuous operating voltage 74
11.10.2 Equivalent continuous operating voltage 74
11.10.3 Type tests 74
11.10.4 Routine and acceptance tests 74
11.11 Smoothing reactor arrester (DR) 74
11.11.1 General 74
11.11.2 Continuous operating voltage 74
11.11.3 Equivalent continuous operating voltage 74
11.11.4 Type tests 74
11.11.5 Routine and acceptance tests 74
11.12 Capacitor arrester (CC) 75
11.12.1 General 75
11.12.2 Continuous operating voltage 75
11.12.3 Equivalent continuous operating voltage 75
11.12.4 Type tests 75
11.12.5 Routine and acceptance tests 75
11.13 Transformer valve winding arrester (T) 75
11.13.1 General 75
11.13.2 Continuous operating voltage 76
11.13.3 Equivalent continuous operating voltage 76
11.13.4 Type tests 76
11.13.5 Routine and acceptance tests 76
Annex A (normative) Test to verify thermal equivalency between complete arrester and arrester section 77
Annex B (normative) Determination of the start temperature in the thermal recovery test 79
Annex C (normative) Mechanical considerations 80
C.1 Test of bending moment 80
C.2 Seismic test 81
C.3 Definition of mechanical loads 81
C.4 Definition of seal leak rate 83
C.5 Calculation of wind-bending-moment 83
C.6 Procedures of tests of bending moment for porcelain and polymer-housed arresters 84
Annex D (informative) Different circuit configurations 86
Bibliography 88

Figure 1 – Single line diagram of typical converter station with two 12-pulse converter bridges per pole 20
Figure 2 – Single line diagram of typical converter station with one 12-pulse converter bridge per pole 21
Figure 3 – Single line diagram of typical capacitor commutated converter (CCC) pole with two 12-pulse converters in series 22
Figure 4 – Typical continuous operating voltages for different arresters – low-frequency modelling (location as per Figures 1 to 3, fundamental frequency 50 Hz) 23
Figure 5 – Typical continuous operating voltages for different arresters – high-frequency modelling (location as per Figures 1 to 3, fundamental frequency 50 Hz) 24
Figure 6 – Thermomechanical test 40
Figure 7 – Example of the test arrangement for the thermomechanical test and direction of the cantilever load 41
Figure 8 – Water immersion 42
Figure 9 – Test cycle for accelerated ageing test with polarity reversals, method a) 52
Figure 10 – Operating voltage of a valve arrester (V) (rectifier operation) and definition of PCOV and CCOV 63
Figure 11 – Operating voltage of a bridge arrester and definition of DCOV, PCOV and CCOV 65
Figure 12 – Plot showing the relative duration of voltage above certain amplitudes 73
Figure C.1 – Bending moment – multi-unit surge arrester 80
Figure C.2 – Definitions of mechanical loads 82
Figure C.3 – Surge arrester unit 83
Figure C.4 – Surge-arrester dimensions 84
Figure C.5 – Flow chart of bending moment test procedures 85
Figure D.1 – Single line diagram of CSCC converter station with two 12-pulse converters in series 86
Figure D.2 – Single line diagram of back-to-back converter station with two 12-pulse converters in series 87

Table 1 – Summary of type tests – 1 64
Table 2 – Summary of type tests – 2 71

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURGE ARRESTERS –

Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations

FOREWORD

1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard 60099-9 has been prepared by IEC technical committee 37: Surge arresters.

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

FDIS	Report on voting
37/417/FDIS	37/422/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.

A list of all parts in the IEC 60099 series, published under the general title *Surge arresters*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC 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.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

SURGE ARRESTERS –

Part 9: Metal-oxide surge arresters without gaps for HVDC converter stations

1 Scope

This part of IEC 60099 applies to non-linear metal-oxide resistor type surge arresters without spark gaps designed to limit overvoltages in HVDC converter stations of two terminal, multiterminal and back-to-back type up to and including an operating voltage of 1 100 kV. The standard applies in general to porcelain-housed and polymer-housed type arresters but also to gas-insulated metal enclosed arresters (GIS-arresters) solely used as d.c. bus and d.c. line/cable arresters. Arresters for voltage source converters are not covered. Arresters applied on the a.c. systems at the converter station and subjected to power-frequency voltage of 50 or 60 Hz principally without harmonics are tested as per IEC 60099-4. The arresters on a.c.-filters are tested according to this standard.

2 Normative references

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

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

IEC 60060-2, *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, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2-17: Tests – Test Q: Sealing*

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

IEC TS 60071-5:2002*, Insulation co-ordination – Part 5: Procedures for high-voltage direct current (HVDC) converter stations*

IEC 60099-4:2004, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60143-2, *Series capacitors for power systems – Part 2: Protective equipment for series capacitor banks*

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

IEC 60721-3-2, *Classification of environmental conditions – Part 3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Section 2: Transportation*

IEC TS 60815-2, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 2: Ceramic and glass insulators for a.c. systems*

IEC 62217, *Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General definitions, test methods and acceptance criteria*

IEC 62271-200:2011*, High-voltage switchgear and controlgear – Part 200: AC metal-enclosed switchgear and controlgear for rated voltages above 1 kV and up to and including 52 kV*

IEC 62271-203:2011, *High-voltage switchgear and controlgear – Part 203: Gas-insulated metal-enclosed switchgear for rated voltages above 52 kV*

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

CISPR/TR 18-2, *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 purpose of this document, the following terms and definitions apply.

3.1
acceptance tests
tests made on arresters or representative samples after agreement between manufacturer and user

3.2
bending moment
force perpendicular to the longitudinal axis of an arrester multiplied by the vertical distance between the mounting base (lower level of the flange) of the arrester and the point of application of the force

3.3
breaking load
force perpendicular to the longitudinal axis of a porcelain-housed arrester leading to mechanical failure of the arrester housing

3.4
continuous current of an arrester
current flowing through the arrester when energized at the continuous operating voltage

Note 1 to entry: The continuous current, which consists of a resistive and a capacitive component, may vary with temperature, stray capacitance and external pollution effects. The continuous current of a test sample may, therefore, not be the same as the continuous current of a complete arrester.

Note 2 to entry: The continuous current is, for comparison purposes, expressed either by its r.m.s. or peak value.

3.5
continuous operating voltage of an HVDC-arrester
U_{cHVDC}
maximum continuous voltage characterized by the voltages CCOV, PCOV and DCOV and the frequency DFCOV where applicable and that may be applied continuously between the arrester terminals

3.6
coordination current of an arrester
for a given system under study and for each class of overvoltage, the current through the arrester for which the representative overvoltage is determined