



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**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 **XD**
CODE PRIX

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.**

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*

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 à 12 impulsions par pôle	109
Figure 2 – Schéma unifilaire d'un poste de conversion type avec un pont de conversion à 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) (redressement) 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 à 12 impulsions en série	183
Figure D.2 – Schéma unifilaire de postes de conversion dos-à-dos avec deux convertisseurs à 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)