

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60099-4**

Deuxième édition  
Second edition  
2004-05

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:**

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

**Surge arresters –**

**Part 4:**

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



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60099-4:2004

## Numérotation des publications

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

## Editions consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

## Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

- Site web de la CEI ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue des publications de la CEI

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tél: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

## Publication numbering

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

## Consolidated editions

The IEC is now publishing consolidated versions of its publications. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

## Further information on IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology. Information relating to this publication, including its validity, is available in the IEC Catalogue of publications (see below) in addition to new editions, amendments and corrigenda. Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is also available from the following:

- IEC Web Site ([www.iec.ch](http://www.iec.ch))
- Catalogue of IEC publications

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

Email: [custserv@iec.ch](mailto:custserv@iec.ch)  
Tel: +41 22 919 02 11  
Fax: +41 22 919 03 00

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60099-4**

Deuxième édition  
Second edition  
2004-05

---

---

**Parafoudres –**

**Partie 4:**

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

**Surge arresters –**

**Part 4:**

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

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

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

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

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



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX  
PRICE CODE **XG**

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

## SOMMAIRE

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

## CONTENTS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

# COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## PARAFOUDRES –

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

#### AVANT-PROPOS

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

La présente Norme internationale CEI 60099-4 a été établie par le comité d'études 37 de la CEI: Parafoudres.

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

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

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

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

## FOREWORD

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

International Standard 60099-4 has been prepared by IEC technical committee 37: Surge arresters.

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

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

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

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

| FDIS        | Rapport de vote |
|-------------|-----------------|
| 37/298/FDIS | 37/300/RVD      |

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

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

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

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

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

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

| FDIS        | Report on voting |
|-------------|------------------|
| 37/298/FDIS | 37/300/RVD       |

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

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

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

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

## INTRODUCTION

Cette partie de la CEI 60099 présente les critères minimaux pour les prescriptions et pour les essais des parafoudres sans éclateur à oxyde métallique destinés à être utilisés sur les réseaux de puissance en courant alternatif.

Les parafoudres décrits dans cette norme sont couramment utilisés dans des installations reliées à des lignes aériennes, à la place des parafoudres à éclateurs à résistance variable qui font l'objet de la CEI 60099-1.

Withdrawn

## 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.

Withdrawn

## PARAFODRES –

### 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.

### 3.7

#### **limiteur de pression d'un parafoudre**

dispositif destiné à limiter la pression interne d'un parafoudre et à éviter la rupture brutale de l'enveloppe à la suite du passage prolongé du courant de défaut ou d'un amorçage à l'intérieur du parafoudre

### 3.8

#### **tension assignée d'un parafoudre**

$U_r$

valeur maximale de la tension efficace à fréquence industrielle admissible entre ses bornes pour laquelle le parafoudre est prévu pour fonctionner correctement dans des conditions de surtension temporaires comme il est défini dans les essais de fonctionnement (voir 8.5).

NOTE 1 La tension assignée est utilisée comme paramètre de référence pour la spécification des caractéristiques de fonctionnement.

NOTE 2 La tension assignée comme définie dans la présente norme est la tension à fréquence industrielle de 10 s, utilisée pour vérifier la stabilité après application des chocs de courant de grande amplitude ou de longue durée lors de l'essai de fonctionnement. Les essais utilisés pour définir la tension assignée dans la CEI 60099-1, ainsi que dans certaines normes nationales, impliquent l'application de chocs répétés au courant nominal pendant que la tension à fréquence industrielle est appliquée. On attire l'attention sur le fait que ces deux méthodes utilisées pour définir les valeurs assignées ne produisent pas nécessairement des valeurs équivalentes (une résolution de cette différence est à l'étude).

### 3.9

#### **tension de régime permanent d'un parafoudre**

$U_c$

valeur désignée admissible de la tension de régime permanent efficace à fréquence industrielle qui peut être appliquée de façon continue entre les bornes du parafoudre selon 8.5.

### 3.10

#### **fréquence nominale d'un parafoudre**

fréquence du réseau pour laquelle le parafoudre est prévu

### 3.11

#### **décharge disruptive**

phénomène associé à une défaillance de l'isolation sous l'effet de la contrainte électrique, avec chute de la tension et passage d'un courant.

NOTE 1 Ce terme s'applique aux perforations électriques de diélectriques solides, liquides et gazeux, et à leurs combinaisons.

NOTE 2 Une décharge disruptive dans un isolant électrique solide entraîne une perte permanente de la rigidité diélectrique. Dans un isolant liquide ou gazeux, la perte de la rigidité diélectrique peut n'être que temporaire.

### 3.12

#### **perforation claquage**

décharge disruptive à travers un solide

### 3.13

#### **contournement**

décharge disruptive le long d'une surface solide

### 3.14

#### **choc**

onde de tension ou de courant unidirectionnelle qui, sans oscillations appréciables, croît rapidement jusqu'à une valeur maximale et tombe à zéro, habituellement moins rapidement, avec, éventuellement, de petites ondes de polarité opposée

NOTE Les paramètres qui définissent un choc de tension ou de courant sont la polarité, la valeur de crête, la durée du front et la durée jusqu'à la mi-valeur sur la queue.

**3.7****pressure-relief device of an arrester**

means for relieving internal pressure in an arrester and preventing violent shattering of the housing following prolonged passage of fault current or internal flashover of the arrester

**3.8****rated voltage of an arrester** **$U_r$** 

maximum permissible r.m.s. value of power-frequency voltage between its terminals at which it is designed to operate correctly under temporary overvoltage conditions as established in the operating duty tests (see 8.5)

NOTE 1 The rated voltage is used as a reference parameter for the specification of operating characteristics.

NOTE 2 The rated voltage as defined in this standard is the 10 s power-frequency voltage used in the operating duty test after high-current or long-duration impulses. Tests used to establish the voltage rating in IEC 60099-1, as well as some national standards, involve the application of repetitive impulses at nominal current with power-frequency voltage applied. Attention is drawn to the fact that these two methods used to establish rating do not necessarily produce equivalent values (a resolution to this discrepancy is under consideration).

**3.9****continuous operating voltage of an arrester** **$U_c$** 

designated permissible r.m.s. value of power-frequency voltage that may be applied continuously between the arrester terminals in accordance with 8.5

**3.10****rated frequency of an arrester**

frequency of the power system on which the arrester is designed to be used

**3.11****disruptive discharge**

phenomenon associated with the failure of insulation under electric stress, which include a collapse of voltage and the passage of current

NOTE 1 The term applies to electrical breakdowns in solid, liquid and gaseous dielectric, and combinations of these.

NOTE 2 A disruptive discharge in a solid dielectric produces permanent loss of electric strength. In a liquid or gaseous dielectric the loss may be only temporary.

**3.12****puncture  
breakdown**

disruptive discharge through a solid

**3.13****flashover**

disruptive discharge over a solid surface

**3.14****impulse**

unidirectional wave of voltage or current which, without appreciable oscillations, rises rapidly to a maximum value and falls, usually less rapidly, to zero with small, if any, excursions of opposite polarity

NOTE The parameters which define a voltage or current impulse are polarity, peak value, front time and time to half-value on the tail.

### 3.15

#### **énoncé de la forme d'un choc**

combinaison de deux valeurs, la première représentant la durée conventionnelle du front ( $T_1$ ) et la seconde la durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue ( $T_2$ ).

NOTE L'onde est représentée par  $T_1/T_2$ , en microsecondes, le signe «/» n'ayant aucune signification mathématique.

### 3.16

#### **choc de courant à front raide**

choc de courant dont la durée conventionnelle de front est de 1  $\mu$ s; les limites de réglage sont telles que l'on mesure des valeurs comprises entre 0,9  $\mu$ s et 1,1  $\mu$ s. La durée conventionnelle jusqu'à mi-valeur sur la queue ne dépasse pas 20  $\mu$ s.

NOTE Pour la mesure de la tension résiduelle lors des essais de type (voir 8.3), la durée jusqu'à mi-valeur sur la queue n'est pas un paramètre critique et aucune tolérance n'est imposée.

### 3.17

#### **choc de courant de foudre**

choc de courant 8/20; les limites de réglage sont telles que l'on mesure des valeurs comprises entre 7  $\mu$ s et 9  $\mu$ s pour la durée conventionnelle de front et entre 18  $\mu$ s et 22  $\mu$ s pour la durée jusqu'à mi-valeur sur la queue.

NOTE Pour la mesure de la tension résiduelle lors des essais de type (voir 8.3), la durée jusqu'à mi-valeur sur la queue n'est pas un paramètre critique et aucune tolérance n'est imposée.

### 3.18

#### **choc de courant de longue durée**

choc rectangulaire qui croît rapidement jusqu'à une valeur maximale, se maintient à peu près constant pendant une durée déterminée et tombe ensuite rapidement à zéro

NOTE Les paramètres qui définissent un choc rectangulaire sont la polarité, la valeur de crête, la durée conventionnelle de la crête et la durée conventionnelle totale.

### 3.19

#### **valeur de crête d'un choc**

valeur maximale de la tension ou du courant lors d'un choc

NOTE Certaines oscillations superposées peuvent être négligées (voir 8.4.2c et 8.5.4.2e).

### 3.20

#### **front d'un choc**

partie d'un choc précédant la crête

### 3.21

#### **queue d'un choc**

partie d'un choc postérieure à la crête

### 3.22

#### **origine conventionnelle d'un choc**

point d'une courbe «tension en fonction du temps» ou «courant en fonction du temps» déterminé par l'intersection de l'axe des temps, à tension ou courant nul, et de la droite passant par deux points de référence sur le front du choc.

NOTE 1 Pour les chocs de courant, les points de référence sont à 10 % et 90 % de la valeur de crête.

NOTE 2 Cette définition ne s'applique que lorsque l'échelle des abscisses et celle des ordonnées sont toutes deux linéaires.

NOTE 3 S'il existe des oscillations sur le front, il convient de prendre les points de référence à 10% et à 90% sur la courbe moyenne tracée à travers les oscillations.

**3.15****designation of an impulse shape**

combination of two numbers, the first representing the virtual front time ( $T_1$ ) and the second the virtual time to half-value on the tail ( $T_2$ )

NOTE It is written as  $T_1/T_2$ , both in microseconds, the sign "/" having no mathematical meaning.

**3.16****steep current impulse**

current impulse with a virtual front time of 1  $\mu\text{s}$  with limits in the adjustment of equipment such that the measured values are from 0,9  $\mu\text{s}$  to 1,1  $\mu\text{s}$  and the virtual time to half-value on the tail is not longer than 20  $\mu\text{s}$

NOTE The time to half-value on the tail is not critical and may have any tolerance during the residual voltage type tests (see 8.3).

**3.17****lightning current impulse**

8/20 current impulse with limits on the adjustment of equipment such that the measured values are from 7  $\mu\text{s}$  to 9  $\mu\text{s}$  for the virtual front time and from 18  $\mu\text{s}$  to 22  $\mu\text{s}$  for the time to half-value on the tail

NOTE The time to half-value on the tail is not critical and may have any tolerance during the residual voltage type tests (see 8.3).

**3.18****long-duration current impulse**

rectangular impulse which rises rapidly to maximum value, remains substantially constant for a specified period and then falls rapidly to zero

NOTE The parameters which define a rectangular impulse are polarity, peak value, virtual duration of the peak and virtual total duration.

**3.19****peak (crest) value of an impulse**

maximum value of a voltage or current impulse

NOTE Superimposed oscillations may be disregarded (see 8.4.2c and 8.5.4.2e).

**3.20****front of an impulse**

part of an impulse which occurs prior to the peak

**3.21****tail of an impulse**

part of an impulse which occurs after the peak

**3.22****virtual origin of an impulse**

point on a graph of voltage versus time or current versus time determined by the intersection between the time axis at zero voltage or zero current and the straight line drawn through two reference points on the front of the impulse

NOTE 1 For current impulses the reference points shall be 10 % and 90 % of the peak value.

NOTE 2 This definition applies only when scales of both ordinate and abscissa are linear.

NOTE 3 If oscillations are present on the front, the reference points at 10 % and 90 % should be taken on the mean curve drawn through the oscillations.

### 3.23

#### **durée conventionnelle du front d'un choc de courant**

$T_1$

durée exprimée en microsecondes égale à 1,25 fois le temps nécessaire au courant pour croître de 10 % à 90 % de sa valeur de crête.

NOTE S'il existe des oscillations sur le front, il convient de prendre les points de référence à 10 % et à 90 % sur la courbe moyenne tracée à travers les oscillations.

### 3.24

#### **raideur conventionnelle du front d'un choc**

quotient de la valeur de crête par la durée conventionnelle du front du choc

### 3.25

#### **durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue d'un choc**

$T_2$

intervalle de temps entre l'origine conventionnelle et l'instant où la tension ou le courant a diminué jusqu'à atteindre la moitié de sa valeur de crête. Cette durée est exprimée en microsecondes.

### 3.26

#### **durée conventionnelle de la crête d'un choc rectangulaire**

temps pendant lequel l'amplitude du choc est supérieure à 90 % de sa valeur de crête

### 3.27

#### **durée conventionnelle totale d'un choc rectangulaire**

temps pendant lequel l'amplitude du choc est supérieure à 10 % de sa valeur de crête

NOTE S'il existe de petites oscillations sur le front, il convient de tracer une courbe moyenne pour déterminer l'instant où la valeur de 10 % est atteinte

### 3.28

#### **valeur de crête de polarité opposée d'un choc**

amplitude maximale de polarité opposée atteinte par un choc de tension ou de courant lorsqu'il oscille autour de zéro avant d'atteindre une valeur nulle permanente

### 3.29

#### **courant de décharge d'un parafoudre**

onde de courant qui circule à travers le parafoudre

### 3.30

#### **courant nominal de décharge d'un parafoudre**

$I_n$

valeur de crête du choc de courant de foudre (voir 3.17) utilisé pour désigner un parafoudre

### 3.31

#### **choc de courant de grande amplitude d'un parafoudre**

valeur de crête du courant de décharge de forme d'onde 4/10 utilisé pour vérifier la stabilité du parafoudre lors des coups de foudre directs

### 3.32

#### **courant de choc de manœuvre d'un parafoudre**

valeur de crête du courant de décharge dont la durée conventionnelle du front est comprise entre 30  $\mu$ s et 100  $\mu$ s, et dont la durée conventionnelle jusqu'à mi-valeur sur la queue est d'environ deux fois la durée conventionnelle du front

**3.23****virtual front time of a current impulse** $T_1$ 

time in microseconds equal to 1,25 multiplied by the time in microseconds for the current to increase from 10 % to 90 % of its peak value

NOTE If oscillations are present on the front, the reference points at 10 % and 90 % should be taken on the mean curve drawn through the oscillations.

**3.24****virtual steepness of the front of an impulse**

quotient of the peak value and the virtual front time of an impulse

**3.25****virtual time to half-value on the tail of an impulse** $T_2$ 

time interval between the virtual origin and the instant when the voltage or current has decreased to half its peak value, expressed in microseconds

**3.26****virtual duration of the peak of a rectangular impulse**

time during which the amplitude of the impulse is greater than 90 % of its peak value

**3.27****virtual total duration of a rectangular impulse**

time during which the amplitude of the impulse is greater than 10 % of its peak value

NOTE If small oscillations are present on the front, a mean curve should be drawn in order to determine the time at which the 10 % value is reached.

**3.28****peak (crest) value of opposite polarity of an impulse**

maximum amplitude of opposite polarity reached by a voltage or current impulse when it oscillates about zero before attaining a permanent zero value

**3.29****discharge current of an arrester**

impulse current which flows through the arrester

**3.30****nominal discharge current of an arrester** $I_n$ 

peak value of lightning current impulse (see 3.17) which is used to classify an arrester

**3.31****high current impulse of an arrester**

peak value of discharge current having a 4/10 impulse shape which is used to test the stability of the arrester on direct lightning strokes

**3.32****switching current impulse of an arrester**

peak value of discharge current having a virtual front time greater than 30  $\mu$ s but less than 100  $\mu$ s and a virtual time to half-value on the tail of roughly twice the virtual front time

### 3.33

#### **courant permanent d'un parafoudre**

courant circulant à travers le parafoudre quand celui-ci est soumis à la tension de régime permanent

NOTE 1 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 en essai peut donc être différent du courant permanent d'un parafoudre complet.

NOT 2 A des fins de comparaison, le courant permanent est exprimé soit par sa valeur efficace, soit par sa valeur de crête.

### 3.34

#### **courant de référence d'un parafoudre**

valeur de crête (la plus grande des deux polarités si le courant est dissymétrique) de la composante résistive du courant à fréquence industrielle utilisée pour déterminer la tension de référence d'un parafoudre.

NOTE 1 Il convient que le courant de référence soit suffisamment élevé pour rendre négligeables les effets des capacités parasites aux tensions de référence mesurées sur les éléments de parafoudre (avec leur système de répartition) et qu'il soit spécifié par le constructeur.

NOTE 2 Fonction du courant de décharge nominal et/ou de la classe de décharge de ligne du parafoudre, il convient que le courant de référence soit typiquement dans la gamme de 0,05 mA à 1,0 mA par centimètre carré de surface de disque pour les parafoudres à colonne unique.

### 3.35

#### **tension de référence d'un parafoudre**

$U_{ref}$

valeur de crête divisée par  $\sqrt{2}$  de la tension à fréquence industrielle qui est appliquée aux bornes du parafoudre pour que celui-ci soit parcouru par le courant de référence.

NOTE 1 La tension de référence d'un parafoudre à plusieurs éléments est la somme des tensions de référence des éléments séparés.

NOTE 2 La mesure de la tension de référence est nécessaire au choix d'un échantillon d'essai convenable dans l'essai de fonctionnement (voir 8.5).

### 3.36

#### **tension résiduelle d'un parafoudre**

$U_{res}$

valeur de crête de la tension entre les bornes d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge

NOTE L'expression «tension de décharge» est utilisée dans certains pays.

### 3.37

#### **caractéristique de tenue d'un parafoudre sous tension à fréquence industrielle en fonction du temps**

durées maximales pendant lesquelles les tensions à fréquence industrielle correspondantes peuvent être appliquées aux parafoudres sans entraîner de détérioration ou d'instabilité thermique, dans des conditions spécifiées selon 6.10.

### 3.38

#### **courant présumé d'un circuit**

courant qui circulerait en un lieu donné d'un circuit si l'on établissait un court-circuit en ce lieu au moyen d'une connexion d'impédance négligeable

### 3.39

#### **caractéristiques de protection d'un parafoudre**

combinaison des caractéristiques suivantes:

- a) tension résiduelle pour les chocs de courant à front raide selon 8.3.1;

**3.33****continuous current of an arrester**

current flowing through the arrester when energized at the continuous operating voltage

NOTE 1 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 The continuous current is, for comparison purposes, expressed either by its r.m.s. or peak value.

**3.34****reference current of an arrester**

peak value (the higher peak value of the two polarities if the current is asymmetrical) of the resistive component of a power-frequency current used to determine the reference voltage of the arrester

NOTE 1 The reference current will be high enough to make the effects of stray capacitances at the measured reference voltage of the arrester units (with designed grading system) negligible and is to be specified by the manufacturer.

NOTE 2 Depending on the nominal discharge current and/or line discharge class of the arrester, the reference current will be typically in the range of 0,05 mA to 1,0 mA per square centimetre of disc area for single column arresters.

**3.35****reference voltage of an arrester**

$U_{\text{ref}}$

peak value of power-frequency voltage divided by  $\sqrt{2}$  which is applied to the arrester to obtain the reference current

NOTE 1 The reference voltage of a multi-unit arrester is the sum of the reference voltages of the individual units.

NOTE 2 Measurement of the reference voltage is necessary for the selection of a correct test sample in the operating duty test (see 8.5).

**3.36****residual voltage of an arrester**

$U_{\text{res}}$

peak value of voltage that appears between the terminals of an arrester during the passage of discharge current

NOTE The term "discharge voltage" is used in some countries.

**3.37****power-frequency withstand voltage versus time characteristic of an arrester**

power-frequency withstand voltage versus time characteristic shows the maximum time durations for which corresponding power-frequency voltages may be applied to arresters without causing damage or thermal instability, under specified conditions in accordance with 6.10.

**3.38****prospective current of a circuit**

current which would flow at a given location in a circuit if it were short-circuited at that location by a link of negligible impedance

**3.39****protective characteristics of an arrester**

combination of the following:

- a) residual voltage for steep current impulse according to 8.3.1;

- b) caractéristique de la tension résiduelle en fonction du courant de décharge pour les chocs de foudre selon 8.3.2;

NOTE 1 Le niveau de protection aux chocs de foudre du parafoudre est la tension résiduelle maximale pour le courant de décharge nominal.

- c) tension résiduelle pour les chocs de manœuvre selon 8.3.3

NOTE 2 Le niveau de protection aux chocs de manœuvre du parafoudre est la tension résiduelle maximale aux courants de choc de manœuvre spécifiés.

### 3.40

#### **emballement thermique d'un parafoudre**

situation où la puissance absorbée de façon prolongée par un parafoudre dépasse la capacité de dissipation de l'enveloppe et des connexions, et conduit à une augmentation cumulative de la température des varistances qui se termine par une défaillance du parafoudre

### 3.41

#### **stabilité thermique d'un parafoudre**

un parafoudre est thermiquement stable si, à la suite d'un fonctionnement ayant entraîné un échauffement, la température des varistances baisse quand le parafoudre est soumis à la tension spécifiée de service permanent et dans des conditions ambiantes spécifiées

### 3.42

#### **dispositif de déconnexion pour parafoudre**

dispositif permettant de déconnecter du réseau un parafoudre en cas de défaillance de ce dernier afin d'éviter un défaut permanent sur le réseau et de signaler de façon visible le parafoudre défectueux

NOTE L'interruption du courant de défaut dans le parafoudre pendant l'ouverture du circuit ne dépend généralement pas du dispositif de déconnexion

### 3.43

#### **essais de type**

##### **essais de conception**

essais effectués après la mise au point d'un nouveau type de parafoudre pour déterminer ses caractéristiques et montrer qu'il est conforme à la norme appropriée.

NOTE Il faut reprendre ces essais sur un appareil que si des modifications viennent en changer les caractéristiques. Dans ce cas, seuls les essais concernés seront repris.

### 3.44

#### **essais individuels**

essais effectués sur chaque parafoudre, élément ou matériau, pour s'assurer que le produit répond aux spécifications.

### 3.45

#### **essais de réception**

essais effectués sur les parafoudres ou sur des prélèvements d'une fourniture après accord entre le constructeur et le client

### 3.46

#### **enveloppe et ailettes**

##### **3.46.1**

##### **enveloppe**

élément isolant externe d'un parafoudre qui procure la ligne de fuite nécessaire et protège les éléments internes contre le milieu environnant

NOTE Une enveloppe peut être constituée de plusieurs éléments assurant la résistance mécanique et la protection contre le milieu environnant

##### **3.46.2**

##### **aillette**

élément isolant saillant de l'enveloppe destiné à en augmenter la ligne de fuite

- b) residual voltage versus discharge current characteristic for lightning impulses according to 8.3.2;

NOTE 1 The lightning impulse protection level of the arrester is the maximum residual voltage for the nominal discharge current.

- c) residual voltage for switching impulse according to 8.3.3

NOTE 2 The switching impulse protection level of the arrester is the maximum residual voltage at the specified switching impulse currents.

### 3.40

#### **thermal runaway of an arrester**

situation when the sustained power loss of an arrester exceeds the thermal dissipation capability of the housing and connections, leading to a cumulative increase in the temperature of the resistor elements culminating in failure

### 3.41

#### **thermal stability of an arrester**

arrester is thermally stable if, after an operating duty causing temperature rise, the temperature of the resistor elements decreases with time when the arrester is energized at specified continuous operating voltage and at specified ambient conditions

### 3.42

#### **arrester disconnecter**

device for disconnecting an arrester from the system in the event of arrester failure, to prevent a persistent fault on the system and to give visible indication of the failed arrester

NOTE Clearing of the fault current through the arrester during disconnection generally is not a function of the device.

### 3.43

#### **type tests**

##### **design tests**

tests which are made upon the completion of the development of a new arrester design to establish representative performance and to demonstrate compliance with the relevant standard

NOTE Once made, these tests need not be repeated unless the design is changed so as to modify its performance. In such a case, only the relevant tests need be repeated.

### 3.44

#### **routine tests**

tests made on each arrester, or on parts and materials, as required, to ensure that the product meets the design specifications

### 3.45

#### **acceptance tests**

tests made on arresters or representative samples after agreement between manufacturer and purchaser

### 3.46

#### **housing and sheds**

##### 3.46.1

##### **housing**

external insulating part of an arrester, which provides the necessary creepage distance and protects the internal parts from the environment.

NOTE Housing may consist of several parts providing mechanical strength and protection against the environment.

##### 3.46.2

##### **shed**

insulating part projecting from the housing, intended to increase the creepage distance

### 3.47

#### **parafoudre à enveloppe synthétique**

NOTE Voir définition 3.60.

### 3.48

#### **indicateur de défaut**

dispositif destiné à donner une indication de la défaillance d'un parafoudre mais qui ne le déconnecte pas du réseau

### 3.49

#### **fraction électrique**

portion de parafoudre dont chacune des extrémités se termine par une électrode soumise au milieu environnant

NOTE Une fraction électrique est identique à un «élément de parafoudre» telle que définie en 3.6.

### 3.50

#### **fraction mécanique**

portion de parafoudre à l'intérieur de laquelle un dispositif mécanique empêche le déplacement axial des résistances

### 3.51

#### **parafoudre sous enveloppe métallique à isolation gazeuse parafoudre blindé**

parafoudre à oxyde métallique, sous enveloppe métallique et à isolation gazeuse, sans éclateur série ou parallèle intégré, rempli d'un gaz autre que de l'air

NOTE 1 La pression du gaz est habituellement supérieure à 1 bar =  $10^5$  Pa.

NOTE 2 Parafoudre utilisé dans les appareillages à isolation gazeuse.

### 3.52

#### **parafoudre du type débouchable parafoudre débouchable**

parafoudre assemblé dans une enveloppe isolante ou blindée assurant l'isolation du système, destiné à être installé dans une enceinte pour assurer la protection des matériels et des réseaux de distribution. Les connexions électriques peuvent être assurées par un contact glissant ou par visserie; cependant, tous les parafoudres débouchables se raccordent hors tension.

NOTE L'utilisation de parafoudres débouchables est une pratique commune en Europe.

### 3.53

#### **parafoudre à raccorder sur prise parafoudre pour prise**

parafoudre monté dans une enveloppe blindée, assurant l'isolation du système et la continuité du blindage à la terre, et destiné à être installé dans une enceinte pour assurer la protection des matériels et des réseaux de distribution enterrés ou montés sur poteaux.

NOTE 1 La plupart des parafoudres pour prise se raccordent sous tension.

NOTE 2 Les parafoudres pour prise sont couramment utilisés aux Etats-Unis d'Amérique.

### 3.54

#### **parafoudre se raccordant hors tension**

parafoudre pouvant être connecté et déconnecté du circuit seulement lorsque celui-ci est hors tension

### 3.55

#### **parafoudre se raccordant sous tension**

parafoudre pouvant être connecté et déconnecté lorsque le circuit est sous tension

**3.47****polymer housed surge arrester**

NOTE See definition 3.60.

**3.48****fault indicator**

device intended to provide an indication that the arrester is faulty and which does not disconnect the arrester from the system

**3.49****electrical unit**

portion of an arrester in which each end of the unit is terminated with an electrode which is exposed to the external environment

NOTE An electrical unit is identical to a "unit of an arrester" as defined in 3.6.

**3.50****mechanical unit**

portion of an arrester in which the resistors within the unit are mechanically restrained from moving in an axial direction

**3.51****gas-insulated metal enclosed surge arrester****GIS-arrester**

gas-insulated metal-enclosed metal-oxide surge arrester without any integrated series or parallel spark gaps, filled with gas other than air

NOTE 1 The gas pressure is normally higher than 1 bar =  $10^5$  Pa.

NOTE 2 A surge arrester used in gas-insulated switchgear.

**3.52****arrester – separable type****separable arrester**

arrester assembled in an insulated or screened housing providing system insulation, intended to be installed in an enclosure for the protection of distribution equipment and systems. Electrical connection may be made by sliding contact or by bolted devices; however, all separable arresters are dead-break arresters

NOTE The use of separable arresters is common in Europe.

**3.53****arrester – dead-front type****dead-front arrester**

arrester assembled in a shielded housing providing system insulation and conductive ground shield, intended to be installed in an enclosure for the protection of underground and pad-mounted distribution equipment and circuits

NOTE 1 Most dead-front arresters are load-break arresters.

NOTE 2 The use of dead-front arresters is common in the USA.

**3.54****dead-break arrester**

arrester which can be connected and disconnected from the circuit only when the circuit is de-energized

**3.55****load-break arrester**

arrester which can be connected and disconnected when the circuit is energized

### 3.56

#### **parafoudre du type immergé**

parafoudre immergé

parafoudre destiné à être immergé dans un liquide isolant

### 3.57

#### **courant assigné de défaillance en circuit ouvert pour parafoudre immergé**

niveau de courant de défaut au-delà duquel le parafoudre est déclaré se mettre en circuit ouvert après défaillance

### 3.58

#### **courant assigné de défaillance en court-circuit pour parafoudre immergé**

niveau de courant de défaut au-dessous duquel le parafoudre est déclaré se mettre en court-circuit après défaillance

NOTE Les définitions 3.57 et 3.58 sont préliminaires et sont susceptibles d'être remplacées par des définitions plus générales.

### 3.59

#### **parafoudre à enveloppe en porcelaine**

parafoudre utilisant la porcelaine comme matériau d'enveloppe, avec des fixations et un système d'étanchéité

### 3.60

#### **parafoudre à enveloppe synthétique**

parafoudre utilisant des matériaux synthétiques et composites pour l'enveloppe, avec des fixations

NOTE Des conceptions avec un volume de gaz interne sont possibles. L'étanchéité peut être assurée par le matériau synthétique lui-même ou l'utilisation d'un système séparé.

### 3.61

#### **moment de flexion**

force horizontale appliquée sur l'enveloppe du parafoudre multipliée par la distance verticale entre l'embase (niveau le plus bas de la collerette) de l'enveloppe et le point d'application de la force

### 3.62

#### **effort en tête**

force perpendiculaire à l'axe longitudinal du parafoudre mesurée au niveau de son axe

### 3.63

#### **effort de torsion**

chacune des forces horizontales appliquées en partie haute de l'enveloppe d'un parafoudre installé en position verticale, qui ne s'appliquent pas sur son axe longitudinal

### 3.64

#### **effort à la rupture**

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

### 3.65

#### **limite de dégradation**

valeur la plus faible de la force perpendiculaire à l'axe longitudinal d'un parafoudre à enveloppe synthétique, qui provoque la rupture mécanique de son enveloppe

**3.56****arrester – liquid-immersed type****liquid-immersed arrester**

arrester designed to be immersed in an insulating liquid

**3.57****fail-open current rating for liquid-immersed arrester**

fault current level above which the arrester is claimed to evolve into an open circuit upon failure

**3.58****fail-short current rating for liquid-immersed arrester**

fault current level below which the arrester is claimed to evolve into a short-circuit upon failure

NOTE Definitions 3.57 and 3.58 are preliminary and may be superseded by more general definitions.

**3.59****porcelain-housed arrester**

arrester using porcelain as housing material, with fittings and sealing systems

**3.60****polymer-housed arrester**

arrester using polymeric and composite materials for housing, with fittings.

NOTE Designs with an enclosed gas volume are possible. Sealing may be accomplished by use of the polymeric material itself or by a separate sealing system.

**3.61****bending moment**

horizontal force acting on the arrester housing multiplied by the vertical distance between the mounting base (lower level of the flange) of the arrester housing and the point of application of the force

**3.62****terminal line force**

force perpendicular to the longitudinal axis of the arrester measured at the centre line of the arrester

**3.63****torsional loading**

each horizontal force at the top of a vertical mounted arrester housing which is not applied to the longitudinal axis of the arrester

**3.64****breaking load**

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

**3.65****damage limit**

lowest value of a force perpendicular to the longitudinal axis of a polymer-housed arrester leading to mechanical failure of the arrester housing

### 3.66

#### **effort maximal admissible en service**

##### **MPSL**

force perpendiculaire la plus élevée appliquée sur l'axe longitudinal d'un parafoudre à enveloppe synthétique qui soit admissible en service sans provoquer de dommages mécaniques au parafoudre

### 3.67

#### **effort dynamique maximal admissible en service**

##### **MPDSL**

force perpendiculaire la plus élevée appliquée sur l'axe longitudinal d'un parafoudre à enveloppe porcelaine qui est admissible en service pendant de courtes périodes (par exemple forces dues à des courants de court-circuit, contraintes sismiques) sans provoquer de dommages mécaniques au parafoudre

### 3.68

#### **effort statique admissible en service**

##### **PSSL**

force perpendiculaire appliquée sur l'axe longitudinal d'un parafoudre à enveloppe porcelaine qui est admissible en permanence sans provoquer de dommages mécaniques au parafoudre

### 3.69

#### **éléments internes**

éléments résistifs à oxyde métallique avec leurs supports

### 3.70

#### **étanchéité (aux gaz et à l'eau)**

capacité d'un parafoudre à empêcher l'entrée de corps étrangers affectant son comportement électrique et/ou mécanique

## **4 Identification et classification**

### **4.1 Identification des parafoudres**

Les parafoudres à oxyde métallique doivent être définis au moins au moyen des indications suivantes devant figurer sur une plaque placée en permanence sur le parafoudre:

- tension de régime permanent;
- tension assignée;
- fréquence assignée, si elle diffère des fréquences normales (voir 5.2);
- courant nominal de décharge;
- courant assigné de tenue au court-circuit de tenue au court-circuit en kiloampères (kA). Pour les parafoudres pour lesquels aucune tenue en court-circuit n'est déclarée, la marque «–» doit être indiquée;
- nom du constructeur ou marque de fabrique, type et repères d'identification du parafoudre complet;
- repères d'identification de l'emplacement de l'élément dans l'assemblage (pour les parafoudres à plusieurs éléments uniquement);
- année de construction;
- numéro de série (au moins pour les parafoudres dont les tensions assignées sont supérieures à 60 kV).

NOTE Si la dimension de la plaque signalétique est suffisante, il est recommandé d'y faire figurer également:

- la classe de décharge de ligne ou l'appartenance au type des parafoudres pour courants de foudre élevés (voir Annexe C);
- le niveau de tenue sous pollution de l'enveloppe (voir CEI 60815).

**3.66****maximum permissible service load****MPSL**

greatest force perpendicular to the longitudinal axis of a polymer-housed arrester, allowed to be applied during service without causing any mechanical damage to the arrester

**3.67****maximum permissible dynamic service load****MPDSL**

greatest force perpendicular to the longitudinal axis of a porcelain-housed arrester, allowed to be applied during service for short periods (for example, short-circuit current forces, seismic stress) without causing any mechanical damage to the arrester

**3.68****permissible static service load****PSSL**

force perpendicular to the longitudinal axis of a porcelain-housed arrester, allowed to be continuously applied during service without causing any mechanical damage to the arrester

**3.69****internal parts**

metal-oxide resistor elements with supporting structure

**3.70****seal (gas/watertightness)**

ability of an arrester to avoid ingress of matter affecting the electrical and/or mechanical behaviour into the arrester

**4 Identification and classification****4.1 Arrester identification**

Metal-oxide surge arresters shall be identified by the following minimum information which shall appear on a nameplate permanently attached to the arrester:

- continuous operating voltage;
- rated voltage;
- rated frequency, if other than one of the standard frequencies (see 5.2);
- nominal discharge current;
- rated short-circuit withstand current in kiloamperes (kA). For arresters for which no short-circuit rating is claimed, the sign "—" shall be indicated;
- the manufacturer's name or trade mark, type and identification of the complete arrester;
- identification of the assembling position of the unit (for multi-unit arresters only);
- the year of manufacture;
- serial number (at least for arresters with rated voltage above 60 kV).

NOTE If sufficient space is available the nameplate should also contain

- line discharge class or high lightning duty type (see Annex C);
- contamination withstand level of the enclosure (see IEC 60815).

## 4.2 Classification des parafoudres

Les parafoudres sont classés par les valeurs normales de leurs courants nominaux de décharge et doivent répondre au moins aux conditions d'essais et aux caractéristiques de fonctionnement spécifiées dans le Tableau 3.

NOTE Il existe cinq types de parafoudres 10 000 A et 20 000 A, qui se différencient par l'amplitude et la durée du courant de choc de longue durée qu'ils peuvent supporter (voir Tableau 5).

**Tableau 1 – Classification des parafoudres**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Valeurs normales des courants nominaux de décharge <sup>a</sup> |                       |                |               |              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 20 000 A                                                        | 10 000 A              | 5 000 A        | 2 500 A       | 1 500 A      |
| Tension assignée $U_r$ (kV <sub>eff</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $360 < U_r \leq 756$                                            | $3 \leq U_r \leq 360$ | $U_r \leq 132$ | $U_r \leq 36$ | <sup>b</sup> |
| <sup>a</sup> Dans certains pays, il est habituel de classer les parafoudres comme suit: <ul style="list-style-type: none"> <li>– poste pour les parafoudres 10 000 A et 20 000 A;</li> <li>– intermédiaire ou de distribution pour les parafoudres 5 000 A;</li> <li>– secondaire pour les parafoudres 1 500 A.</li> </ul> <sup>b</sup> Cette gamme de basses tensions est à l'étude. |                                                                 |                       |                |               |              |

## 5 Caractéristiques assignées et conditions de service

### 5.1 Tensions assignées normales

Les tensions assignées normales (en kilovolts, valeur efficace) des parafoudres sont spécifiées dans le Tableau 2 avec des échelons de tension constants dans les gammes de tension spécifiées:

**Tableau 2 – Echelons de tensions assignées**

| Gammes de tension assignée<br>kV efficace                                                                                                       | Echelons de tension assignée<br>kV efficace |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| < 3                                                                                                                                             | A l'étude                                   |
| 3 – 30                                                                                                                                          | 1                                           |
| 30 – 54                                                                                                                                         | 3                                           |
| 54 – 96                                                                                                                                         | 6                                           |
| 96 – 288                                                                                                                                        | 12                                          |
| 288 – 396                                                                                                                                       | 18                                          |
| 396 – 756                                                                                                                                       | 24                                          |
| NOTE Des valeurs de tension assignée autres que celles indiquées ci-dessus peuvent être admises à condition qu'elles soient des multiples de 6. |                                             |

### 5.2 Fréquences assignées normales

Les fréquences assignées normales sont 50 Hz et 60 Hz.

### 5.3 Valeurs normales des courants nominaux de décharge

Les valeurs normales des courants nominaux de décharge 8/20 sont: 20 000 A, 10 000 A, 5 000 A, 2 500 A et 1 500 A (voir 3.30).

## 4.2 Arrester classification

Surge arresters are classified by their standard nominal discharge currents and they shall meet at least the test requirements and performance characteristics specified in Table 3.

NOTE For the 10 000 A and 20 000 A arresters, there are five types differentiated by the amplitude and the duration of the long-duration current which they are capable of withstanding (see Table 5).

**Table 1 – Arrester classification**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Standard nominal discharge current <sup>a</sup> |                       |                |               |              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------|---------------|--------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20 000 A                                        | 10 000 A              | 5 000 A        | 2 500 A       | 1 500 A      |
| Rated voltage $U_r$ (kV <sub>rms</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $360 < U_r \leq 756$                            | $3 \leq U_r \leq 360$ | $U_r \leq 132$ | $U_r \leq 36$ | <sup>b</sup> |
| <sup>a</sup> In some countries it is customary to classify arresters as follows: <ul style="list-style-type: none"> <li>– station for 10 000 A and 20 000 A arresters;</li> <li>– intermediate or distribution for 5 000 A arresters;</li> <li>– secondary for 1 500 A arresters.</li> </ul> <sup>b</sup> This low-voltage range is under consideration. |                                                 |                       |                |               |              |

## 5 Standard ratings and service conditions

### 5.1 Standard rated voltages

Standard values of rated voltages for arresters (in kilovolts r.m.s.) are specified in Table 2 in equal voltage steps within specified voltage ranges.

**Table 2 – Steps of rated voltages**

| Range of rated voltage<br>kV r.m.s.                                                   | Steps of rated voltage<br>kV r.m.s. |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| < 3                                                                                   | Under consideration                 |
| 3 – 30                                                                                | 1                                   |
| 30 – 54                                                                               | 3                                   |
| 54 – 96                                                                               | 6                                   |
| 96 – 288                                                                              | 12                                  |
| 288 – 396                                                                             | 18                                  |
| 396 – 756                                                                             | 24                                  |
| NOTE Other values of rated voltage may be accepted, provided they are multiples of 6. |                                     |

### 5.2 Standard rated frequencies

The standard rated frequencies are 50 Hz and 60 Hz.

### 5.3 Standard nominal discharge currents

The standard nominal 8/20 discharge currents are: 20 000 A, 10 000 A, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A (see 3.30).

## 5.4 Conditions de service

### 5.4.1 Conditions normales de service

Les parafoudres conformes à la présente norme doivent pouvoir fonctionner dans les conditions normales de service suivantes:

- a) température ambiante de l'air comprise entre  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;
- b) rayonnement solaire;

NOTE Les effets d'un rayonnement solaire maximal ( $1,1\text{ kW/m}^2$ ) sont pris en compte en préchauffant le spécimen en essai lors des essais de type. S'il existe d'autres sources de chaleur à proximité du parafoudre, il convient que l'utilisation du parafoudre fasse l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

- c) altitude ne dépassant pas 1 000 m;
- d) fréquence de la source d'alimentation en courant alternatif comprise entre 48 Hz et 62 Hz;
- e) tension à fréquence industrielle appliquée de façon continue entre les bornes du parafoudre ne dépassant pas sa tension de régime permanent;
- f) conditions mécaniques (à l'étude);
- g) conditions de pollution (pas de prescription actuellement);
- h) vitesse du vent  $\leq 34\text{ m/s}$ ;
- j) montage vertical

### 5.4.2 Conditions anormales de service

Les parafoudres destinés à des utilisations différentes ou soumis à d'autres conditions de service que les conditions normales peuvent exiger une étude spéciale pour leur conception, leur fabrication ou leur utilisation. L'utilisation de la présente norme en cas de conditions de service anormales est sujette à un accord entre le constructeur et le client. Une liste des conditions anormales de service possibles est donnée dans l'Annexe A.

## 6 Prescriptions

### 6.1 Tenue diélectrique de l'enveloppe du parafoudre

L'enveloppe du parafoudre, essayée suivant 8.2, doit supporter les tensions suivantes:

- Niveau de protection aux chocs de foudre (voir 3.39) multiplié par 1,3.

NOTE 1 Le facteur de 1,3 tient compte des variations des conditions atmosphériques et des courants de décharge supérieurs à la valeur nominale.

- Pour les parafoudres 10 000 A et 20 000 A ayant des tensions assignées de 200 kV et plus, niveau de protection aux chocs de manœuvre (voir 3.39) multiplié par 1,25.

NOTE 2 Le facteur de 1,25 tient compte des variations des conditions atmosphériques et des courants de décharge supérieurs aux valeurs maximales du Tableau 4 (voir 8.3.3).

- Tension à fréquence industrielle, sous pluie pour les enveloppes de parafoudres de type extérieur, à sec pour les enveloppes de parafoudres de type intérieur.

Les enveloppes des parafoudres 1 500 A, 2 500 A et 5 000 A, et des parafoudres pour courants de foudre élevés (Annexe C) doivent supporter pendant 1 min une tension à fréquence industrielle dont la valeur de crête est égale au niveau de protection aux chocs de foudre multiplié par 0,88.

Les enveloppes des parafoudres 10 000 A et 20 000 A ayant des tensions assignées inférieures à 200 kV doivent supporter pendant 1 min une tension à fréquence industrielle dont la valeur de crête est égale au niveau de protection aux chocs de manœuvre multiplié par 1,06.

## 5.4 Service conditions

### 5.4.1 Normal service conditions

Surge arresters which conform to this standard shall be suitable for normal operation under the following normal service conditions:

- a) ambient air temperature within the range of  $-40\text{ °C}$  to  $+40\text{ °C}$ ;
- b) solar radiation;

NOTE The effects of maximum solar radiation ( $1,1\text{ kW/m}^2$ ) have been taken into account by preheating the test specimen in the type tests. If there are other heat sources near the arrester, the application of the arrester should be subject to an agreement between the manufacturer and the purchaser.

- c) altitude not exceeding 1 000 m;
- d) frequency of the a.c. power supply not less than 48 Hz and not exceeding 62 Hz;
- e) power-frequency voltage applied continuously between the terminals of the arrester not exceeding its continuous operating voltage;
- f) mechanical conditions (under consideration);
- g) pollution conditions (no requirement at this time);
- h) wind speeds  $\leq 34\text{ m/s}$ ;
- i) vertical erection.

### 5.4.2 Abnormal service conditions

Surge arresters subject to other than normal application or service conditions may require special consideration in design, manufacture or application. The use of this standard in case of abnormal service conditions is subject to agreement between the manufacturer and the purchaser. A list of possible abnormal service conditions is given in Annex A.

## 6 Requirements

### 6.1 Insulation withstand of the arrester housing

The arrester housing shall withstand the following voltages when tested according to 8.2:

- The lightning impulse protection level of the arresters (see 3.39) multiplied by 1,3.

NOTE 1 The 1,3 factor covers variations in atmospheric conditions and discharge currents higher than nominal.

- For 10 000 A and 20 000 A arresters with rated voltages of 200 kV and above, switching impulse protection level of the arrester (see 3.39) multiplied by 1,25.

NOTE 2 The 1,25 factor covers variations in atmospheric conditions and discharge currents higher than the maximum values of Table 4 (see 8.3.3).

- Power-frequency voltage in wet conditions for arrester housings for outdoor use and in dry conditions for arrester housings for indoor use.

Housings of 1 500 A, 2 500 A and 5 000 A arresters and high lightning duty arresters (Annex C) shall withstand a power-frequency voltage with a peak value equal to the lightning impulse protection level multiplied by 0,88 for a duration of 1 min.

Housings of 10 000 A and 20 000 A arresters with rated voltages less than 200 kV shall withstand a power-frequency voltage with a peak value equal to the switching impulse protection level multiplied by 1,06 for a duration of 1 min.

## 6.2 Tension de référence

La tension de référence de chaque parafoudre doit être mesurée par le constructeur pour le courant de référence qu'il a choisi, (voir 7.2). La valeur minimale de la tension de référence du parafoudre pour le courant de référence utilisé lors des essais individuels doit être spécifiée et elle doit figurer parmi les informations fournies par le constructeur.

## 6.3 Tensions résiduelles

Le but des mesures des tensions résiduelles est de connaître les valeurs maximales de ces tensions résiduelles pour une conception donnée et pour tous les courants et formes d'onde spécifiés. Ces valeurs sont déduites du résultat des essais de type ainsi que de la valeur spécifiée et publiée par le constructeur pour la tension résiduelle maximale sous le courant de choc de foudre utilisé lors des essais individuels.

La tension résiduelle maximale d'un parafoudre de type donné, pour un courant et une forme d'onde donnée, est calculée en multipliant la tension résiduelle des fractions essayées lors de l'essai de type par un facteur d'échelle spécifique. Ce facteur d'échelle est égal au rapport entre la tension résiduelle maximale annoncée, telle qu'elle est contrôlée pendant les essais individuels, et la tension résiduelle mesurée sur les fractions, pendant les essais de type, pour le même courant et la même forme d'onde.

NOTE Pour certains parafoudres dont la tension assignée est inférieure à 36 kV (voir point b) de 9.1), on peut, pour ce calcul, remplacer la tension résiduelle par la tension de référence.

## 6.4 Décharges partielles internes

Le niveau des décharges partielles dans le parafoudre, lorsqu'il est alimenté sous 1,05 fois sa tension de service permanent doit être  $\leq 10$  pC.

## 6.5 Taux de fuite de l'étanchéité

Pour les parafoudres avec volume interne de gaz et système séparé d'étanchéité, des taux de fuite doivent être spécifiés comme définis en 8.11 et au point d) de 9.1.

## 6.6 Répartition du courant dans les parafoudres à plusieurs colonnes

Le constructeur doit spécifier la valeur maximale du courant dans une des colonnes d'un parafoudre qui en comporte plusieurs (voir point e) de 9.1).

## 6.7 Stabilité thermique

Après accord entre le constructeur et le client, il est possible d'effectuer un essai spécial de stabilité thermique, conformément à 9.2.2.

## 6.8 Tenue au choc de courant de longue durée

Les parafoudres doivent supporter des courants de longue durée suivant les modalités décrites pour les essais de type (voir 8.4).

Pour les parafoudres 10 000 A et 20 000 A, la tenue aux courants de longue durée est démontrée par un essai de décharge de ligne (voir 8.4.2) correspondant à la classe de décharge de ligne spécifiée par l'utilisateur.

Pour les parafoudres 5 000 A et 2 500 A, la tenue aux courants de longue durée est démontrée par un essai au choc de longue durée (voir 8.4.3).

## 6.2 Reference voltage

The reference voltage of each arrester shall be measured by the manufacturer at the reference current selected by the manufacturer (see 7.2). The minimum reference voltage of the arrester at the reference current used for routine tests shall be specified and published in the manufacturer's data.

## 6.3 Residual voltages

The purpose of the measurement of residual voltages is to obtain the maximum residual voltages for a given design for all specified currents and waveshapes. These are derived from the type test data and from the maximum residual voltage at a lightning impulse current used for routine tests as specified and published by the manufacturer.

The maximum residual voltage of a given arrester design for any current and waveshape is calculated from the residual voltage of sections tested during type tests multiplied by a specific scale factor. This scale factor is equal to the ratio of the declared maximum residual voltage, as checked during the routine tests, to the measured residual voltage of the sections at the same current and waveshape.

NOTE For some arresters with a rated voltage of less than 36 kV (see item b) of 9.1), the reference voltage may be used for this calculation instead of the residual voltage.

## 6.4 Internal partial discharges

The internal partial discharges in the arrester energized at 1,05 times the continuous operating voltage shall be  $\leq 10$  pC.

## 6.5 Seal leak rate

For arresters having an enclosed gas volume and a separate sealing system, seal leak rates shall be specified as defined in 8.11 and item d) of 9.1.

## 6.6 Current distribution in a multi-column arrester

The manufacturer shall specify the highest value of the current in a column of a multi-column arrester, see item e) of 9.1.

## 6.7 Thermal stability

When agreed between manufacturer and purchaser, a special thermal stability test may be performed according to 9.2.2.

## 6.8 Long-duration current impulse withstand

Arresters shall withstand long-duration currents as checked during type tests (see 8.4).

For 20 000 A and 10 000 A arresters the long-duration withstand is demonstrated by a line discharge test (see 8.4.2) with the line discharge class specified by the user.

For 5 000 A and 2 500 A arresters the long-duration withstand is demonstrated by a long-duration impulse test (see 8.4.3).

L'examen visuel des échantillons après l'essai doit révéler l'absence de toute trace de perforation, d'amorçage, de fissure ou d'autre détérioration importante des résistances à oxyde métallique.

La tension résiduelle mesurée avant et après l'essai au courant de longue durée ne doit pas avoir varié de plus de 5 %.

## 6.9 Fonctionnement des parafoudres

Les parafoudres doivent être capables de supporter des contraintes combinées comme il en existe en service; ceci est contrôlé lors des essais de fonctionnement (voir 8.5). Ces contraintes ne doivent occasionner ni détérioration ni emballement thermique.

Les parafoudres 1 500 A, 2 500 A, 5 000 A et 10 000 A classe de décharge 1 et les parafoudres pour courants de foudre élevés (voir Annexe C) sont contrôlés par l'essai de fonctionnement aux chocs de courant de grande amplitude (voir 8.5.4 et Figure 1 ou Figure C.1).

Les parafoudres 10 000 A, classes de décharge 2 et 3, et les parafoudres 20 000 A, classes de décharge 4 et 5, sont contrôlés par l'essai de fonctionnement aux surtensions de manœuvre (voir 8.5.5 et Figure 2).

Le parafoudre a passé l'essai avec succès s'il est thermiquement stable, si la tension résiduelle mesurée avant et après essai n'a pas varié de plus de 5 %, et si l'examen des échantillons essayés ne met en évidence ni perforation, ni contournement, ni fissure des résistances variables à oxyde métallique.

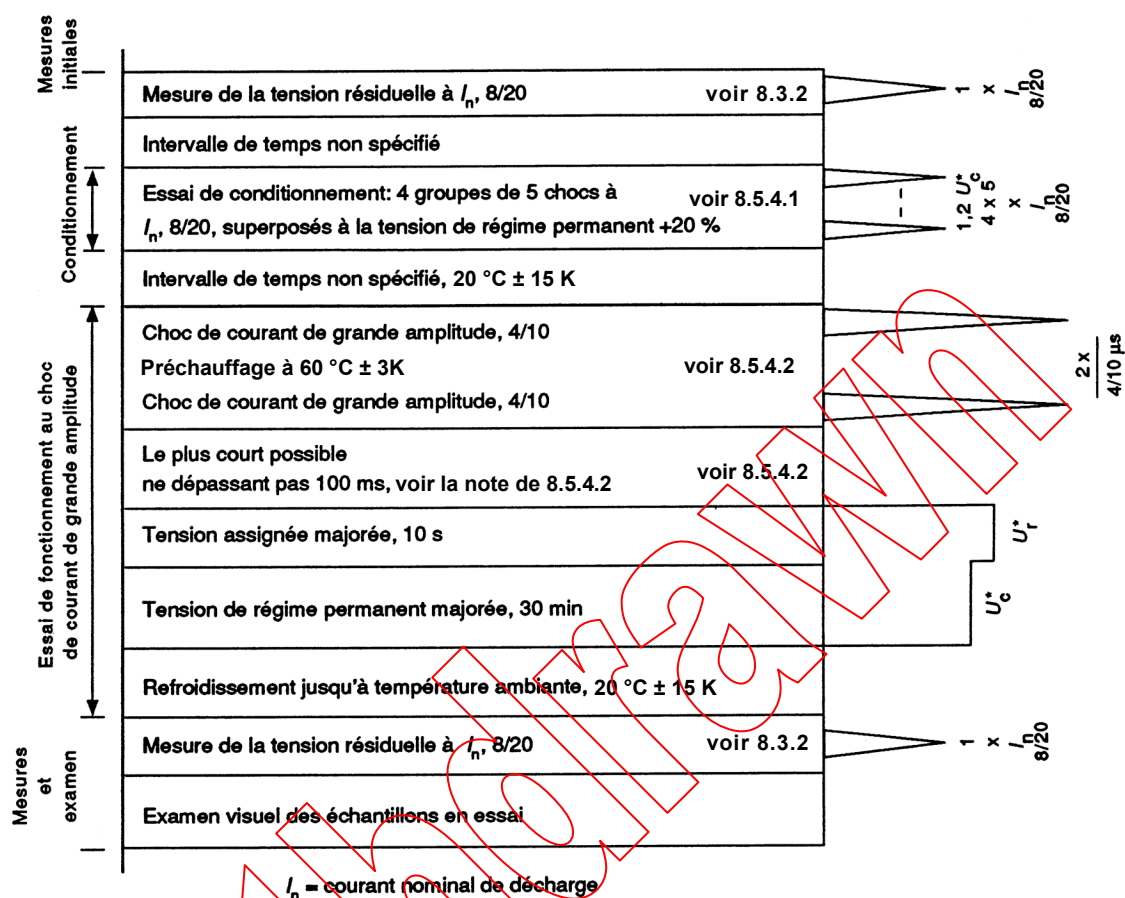
Withholding

The residual voltage measured before and after the long-duration current test shall not have changed by more than 5 %.

Arresters shall be able to withstand the combination of stresses arising in service as demonstrated by the operating duty tests (see 8.5). These stresses shall not cause damage or thermal runaway.

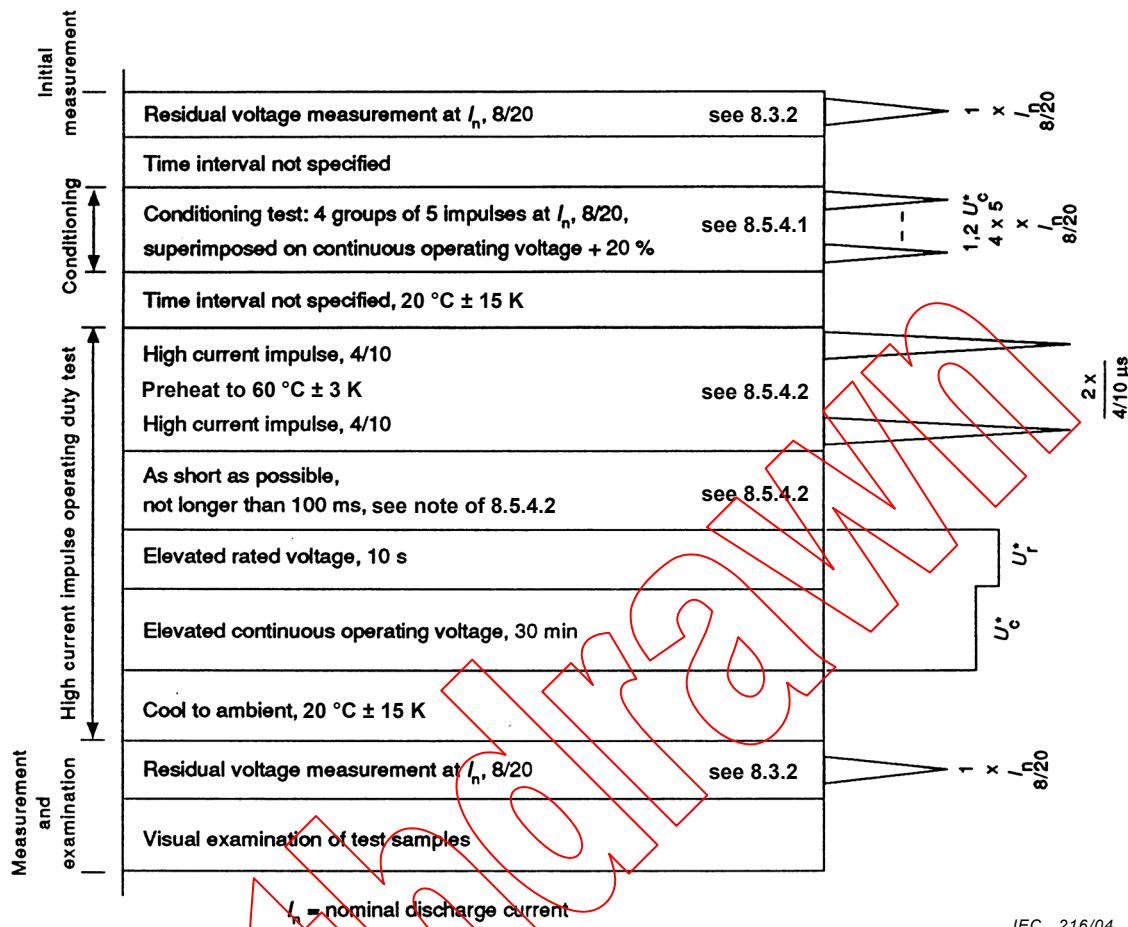
For 10 000 A line discharge Classes 2 and 3 and 20 000 A line discharge Classes 4 and 5 arresters, this is demonstrated by the switching surge operating duty test (see 8.5.5 and Figure 2).

The arrester has passed the test if thermal stability is achieved, if the residual voltage measured before and after the test is not changed by more than 5 %, and if examination of the test samples after the test reveals no evidence of puncture, flashover or cracking of the non-linear metal-oxide resistors.



IEC 216/04

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)



IEC 216/04

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)

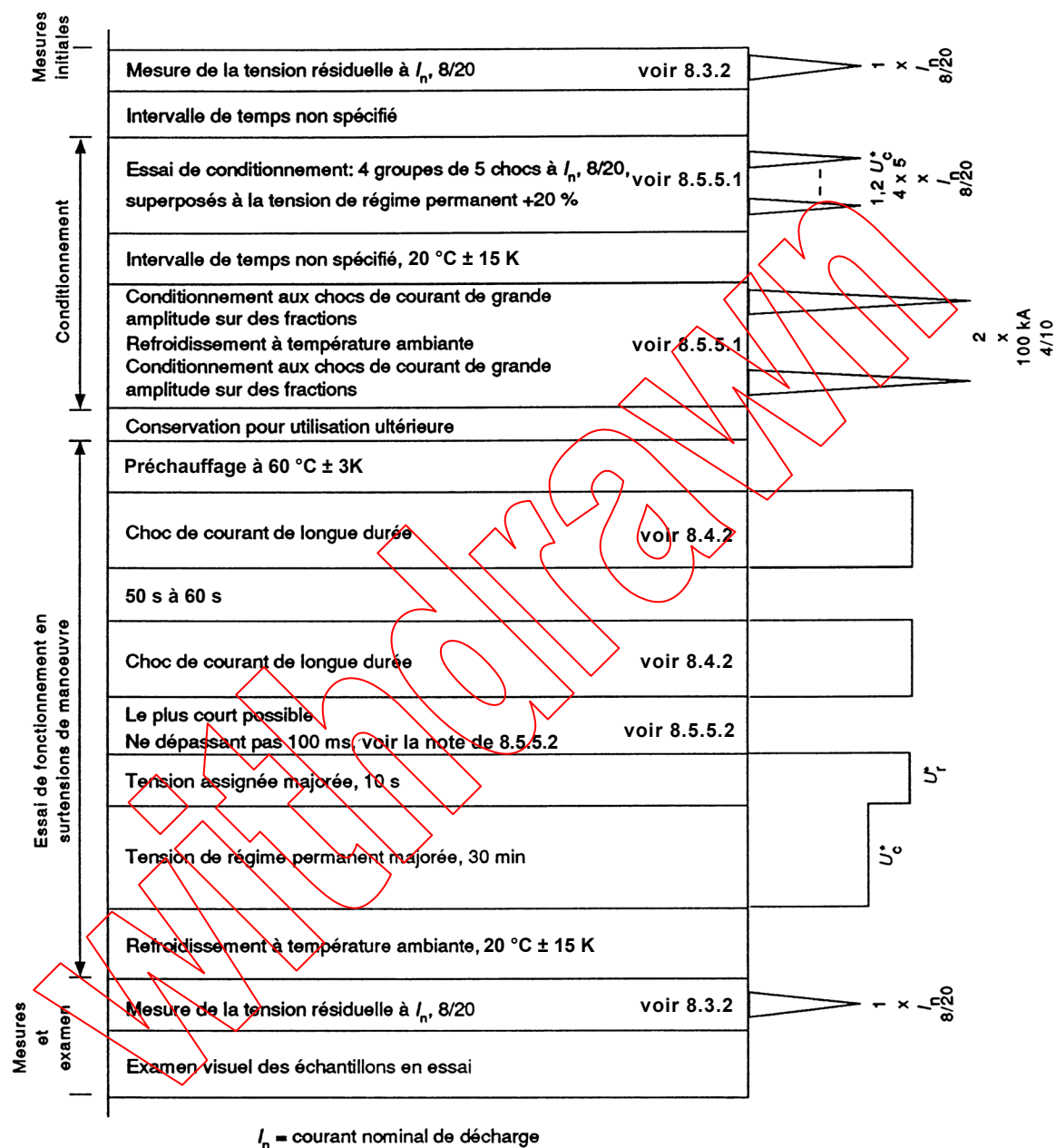


Figure 2 – Essai de fonctionnement sur les parafoudres 10 000 A, classes de décharge de ligne 2 et 3 et les parafoudres 20 000 A, classes de décharge de ligne 4 et 5 (voir 8.5.5)