NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60099-1

Edition 3.1

1999-12

Edition 3:1991 consolidée par l'amendement 1:1999
Edition 3:1991 consolidated with amendment 1:1999

Parafoudres –

Partie 1:
Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif

Surge arresters –

Part 1:
Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60099-1:1991+A1:1999

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

Numéros des publications

Depuis le 1er janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications 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.

Validité de la présente publication

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 la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **«Site web» de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
  Publié annuellement et mis à jour régulièrement
  (Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
  Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique,* la CEI 60417: S*ymboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles,* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas.*

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. 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.

Validity of this publication

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 the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

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 to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
  Published yearly with regular updates
  (On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
  Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams.*

* See web site address on title page.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

NORME INTERNATIONALE

INTERNATIONAL STANDARD

CEI
IEC
60099-1

Edition 3.1

1999-12

Edition 3:1991 consolidée par l'amendement 1:1999
Edition 3:1991 consolidated with amendment 1:1999

Parafoudres –

Partie 1:
Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif

Surge arresters –

Part 1:
Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems

© IEC 1999 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 Geneva, Switzerland
Telefax: +41 22 919 0300 e-mail: inmail@iec.ch IEC web site http://www.iec.ch

Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE CJ

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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale

SOMMAIRE

Pages

AVANT-PROPOS 6
INTRODUCTION 8

Articles

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application 10
1.2 Références normatives 10

SECTION 2: DÉFINITIONS

SECTION 3: IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION

3.1 Identification du parafoudre 20
3.2 Classification des parafoudres 22

SECTION 4: CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

4.1 Tensions assignées normales 22
4.2 Fréquences assignées normales 22
4.3 Valeurs normales des courants de décharge nominaux 22
4.4 Conditions de service 24
4.4.1 Conditions normales de service 24
4.4.2 Conditions de service anormales 24

SECTION 5: PRESCRIPTIONS

5.1 Tension d'amorçage à fréquence industrielle 24
5.2 Tension d'amorçage au choc de foudre normal 24
5.3 Tension d'amorçage au choc sur front 24
5.4 Tension d'amorçage au choc de manoeuvre 24
5.5 Tension résiduelle au choc de foudre 26
5.6 Tension résiduelle au choc de manoeuvre 26
5.7 Tenue aux chocs de courant de grande amplitude 26
5.8 Tenue aux chocs de courant de longue durée 26
5.9 Fonctionnement des parafoudres 26
5.10 Limiteur de pression 26
5.11 Dispositifs de déconnexion 28
5.11.1 Tenue du dispositif de déconnexion 28
5.11.2 Fonctionnement du dispositif de déconnexion 28

SECTION 6: CONDITIONS GÉNÉRALES DES ESSAIS

6.1 Echantillons destinés aux essais et mesures 28
6.2 Essais sous tension à fréquence industrielle 28
6.3 Essais sous pluie 28
6.4 Essai sous pollution artificielle 30

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

CONTENTS

Page

FOREWORD 7
INTRODUCTION 9

Clause

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope 11
1.2 Normative references 11

SECTION 2: DEFINITIONS

SECTION 3: IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION

3.1 Arrester identification 21
3.2 Arrester classification 23

SECTION 4: STANDARD RATINGS

4.1 Standard voltage ratings 23
4.2 Standard rated frequencies 23
4.3 Standard nominal discharge currents 23
4.4 Service conditions 25
4.4.1 Normal service conditions 25
4.4.2 Abnormal service conditions 25

SECTION 5: REQUIREMENTS

5.1 Power-frequency sparkover voltage 25
5.2 Standard lightning impulse sparkover voltage 25
5.3 Front-of-wave impulse sparkover voltage 25
5.4 Switching impulse sparkover voltage 25
5.5 Lightning impulse residual voltage 27
5.6 Switching impulse residual voltage 27
5.7 High-current impulse withstand 27
5.8 Long-duration current withstand 27
5.9 Operating-duty 27
5.10 Pressure-relief 27
5.11 Disconnectors 29
5.11.1 Disconnector withstand 29
5.11.2 Disconnector operation 29

SECTION 6: GENERAL TESTING PROCEDURE

6.1 Test samples and measurements 29
6.2 Power-frequency voltage tests 29
6.3 Wet tests 29
6.4 Artificial-pollution tests 31

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Articles Pages

SECTION 7: ESSAIS INDIVIDUELS ET ESSAIS DE RÉCEPTION

7.1 Essais individuels 30
7.2 Essais de réception normaux 30

SECTION 8: ESSAIS DE TYPE

8.1 Généralités 32
8.2 Essai d'amorçage sous tension à fréquence industrielle 34
8.3 Essais d'amorçage sous choc de tension 36
8.3.1 Généralités 36
8.3.2 Essai d'amorçage au choc de foudre normal 36
8.3.3 Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de foudre 38
8.3.4 Détermination de la tension d'amorçage au choc sur front 38
8.3.5 Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre 40
8.4 Mesure de la tension résiduelle 42
8.4.1 Tension résiduelle en choc de foudre 42
8.4.2 Tension résiduelle en choc de manoeuvre 42
8.5 Essais de tenue aux chocs de courant 46
8.5.1 Généralités 46
8.5.2 Essais aux chocs de courant de grande amplitude 46
8.5.3 Essais aux chocs de courant de longue durée 48
8.6 Essai de fonctionnement 52
8.7 Essais de court-circuit 56
8.7.1 Généralités 56
8.7.2 Préparation des échantillons en essai 56
8.7.3 Montage de l'échantillon en essai 60
8.7.4 Evaluation des résultats d'essais 66
8.7.5 Essais de court-circuit à courants forts 66
8.7.6 Essais de court-circuit à faible courant 70
8.8 Essais des dispositifs de déconnexion pour parafoudres 70
8.8.1 Généralités 70
8.8.2 Essais de tenue au courant de choc et lors du fonctionnement. 70
8.8.3 Fonctionnement du dispositif de déconnexion 72

Annexe A (normative) Conditions de service anormales 78
Annexe B (informative) Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres 80
Annexe C (informative) Choix de la classe de décharge de longue durée des parafoudres à service intensif 84
Annexe D (informative) Circuit de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai aux chocs de courant de longue durée (suivant 8.5.3) 86
Annexe E (informative) Circuit type pour l'essai de fonctionnement (suivant 8.6) 90

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Clause Page

SECTION 7: ROUTINE AND ACCEPTANCE TESTS

7.1 Routine tests 31
7.2 Acceptance tests 31

SECTION 8: TYPE TESTS (DESIGN TESTS)

8.1 General 33
8.2 Power-frequency voltage sparkover tests 35
8.3 Voltage impulse sparkover tests 37
8.3.1 General 37
8.3.2 Standard lightning impulse sparkover test 37
8.3.3 Lightning impulse sparkover-voltage/time curve test 39
8.3.4 Front-of-wave impulse sparkover test 39
8.3.5 Switching impulse sparkover-voltage/time curve test 41
8.4 Measurement of residual voltage 43
8.4.1 Lightning impulse residual voltage 43
8.4.2 Switching impulse residual voltage 43
8.5 Current impulse withstand tests 47
8.5.1 General 47
8.5.2 High-current impulse test 47
8.5.3 Long-duration current impulse test 49
8.6 Operating-duty test 53
8.7 Short-circuit tests 57
8.7.1 General 57
8.7.2 Preparation of the test samples 57
8.7.3 Mounting of the test sample 61
8.7.4 Evaluation of test results 67
8.7.5 High current short-circuit tests 67
8.7.6 Low current short-circuit test 71
8.8 Tests of arrester disconnectors 71
8.8.1 General 71
8.8.2 Current impulse withstand and operating-duty tests 71
8.8.3 Disconnector operation 73

Annex A (normative) Abnormal service conditions 79
Annex B (informative) Typical information given with enquiries and tenders 81
Annex C (informative) Selection of the long-duration discharge class of heavy-duty arresters 85
Annex D (informative) Typical circuit for a distributed-constant impulse generator for the long-duration current impulse test according to 8.5.3 87
Annex E (informative) Typical circuit for operating-duty test according to 8.6 91

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

_____

PARAFOUDRES –

Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif

AVANT-PROPOS

1) La CEI (Commission Électrotechnique Internationale) 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. 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 intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
3) Les documents produits se présentent sous la forme de recommandations internationales. Ils sont publiés comme normes, spécifications techniques, rapports techniques ou guides et agréés comme tels par les Comités nationaux.
4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.
6) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Norme internationale 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 partie de la Norme internationale CEI 60099 a été préparée par le Comité d'Etudes 37 de la CEI: Parafoudres.

La présente version consolidée de la CEI 60099-1 comprend la troisième édition (1991) [documents 37(BC)23+23A+34+35+39+40+41 et 37(BC)28+36+37+42+43+44] et son amendement 1 (1999) [documents 37/223/FDIS et 37/229/RVD].

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

Elle porte le numéro d'édition 3.1.

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

L'annexe A fait partie intégrante de la présente partie de la CEI 60099.

Les annexes B, C, D et E sont données uniquement à titre d'information.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

SURGE ARRESTERS –

Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems

FOREWORD

1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the 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, the IEC publishes International Standards. 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. The 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 the 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 National Committees.
3) The documents produced have the form of recommendations for international use and are published in the form of standards, technical specifications, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.
6) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this International Standard may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

This part of International Standard IEC 60099 has been prepared by IEC Technical Committee 37: Surge arresters.

This consolidated version of IEC 60099-1 consists of the third edition (1991) [documents 37(CO)23+23A+34+35+39+40+41 and 37(CO)28+36+37+42+43+44] and its amendment 1 (1999) [documents 37/223/FDIS and 37/229/RVD].

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

It bears the edition number 3.1.

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

Annex A forms an integral part of this part of IEC 60099.

Annexes B, C, D, and E are for information only.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

Les principales modifications apportées à la précédente édition concernent les sujets suivants:

– mesure de la tension résiduelle;
– essai de fonctionnement;
– essai du limiteur de pression;
– tensions d'amorçage et résiduelles normalisées;
– adjonction d'une annexe concernant les informations à fournir dans les appels d'offres et les offres.

Les changements effectués se limitent aux sujets qui ont fait l'objet d'un accord. D'autres sujets auraient pu être traités mais ils n'ont pas été étudiés en raison des changements technologiques intervenus et de l'usage limité des parafoudres à éclateurs qui en résulte actuellement.

L'annexe D de la deuxième édition a été supprimée et a fait l'objet de la CEI 60099-3, qui a le statut de rapport.

Les parafoudres sans éclateurs, constitués de résistances à oxydes métalliques, et dont l'usage se développe, feront l'objet de la future CEI 60099-4.

Un guide d'application est en cours de révision et sera publié sous la référence CEI 60099-5. Il remplacera la CEI 60099-1A.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

INTRODUCTION

The major changes to the previous edition affect the following subjects:

– measurement of residual voltage;
– operating-duty test;
– pressure-relief test;
– standardized sparkover and residual voltages;
– addition of annex for information to be given on enquiries and tenders.

The changes introduced are limited to the agreed upon subjects. Additional work was not considered due to the changing technology and the present limited use of gapped surge arresters.

Appendix D of the second addition of this standard has been deleted and issued as a separate Report, IEC 60099-3.

The present developing gapless surge arresters using metal oxide resistors will be the subject of the future IEC 60099-4.

An application guide is under revision and will be published as IEC 60099-5. It will supersede IEC 60099-1A.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

PARAFOUDRES –

Partie 1: Parafoudres à résistance variable avec éclateurs pour réseaux à courant alternatif

SECTION 1: GÉNÉRALITÉS

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la Norme internationale CEI 60099 s'applique aux appareils de protection contre les surtensions prévus pour un fonctionnement répété et conçus pour limiter les surtensions sur les circuits alternatifs et interrompre le courant de suite. Elle s'applique particulièrement aux parafoudres comportant un éclateur simple ou multiple en série avec une ou plusieurs résistances variables.

1.2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60060, *Techniques des essais à haute tension*

CEI 60071-2:1976, *Coordination de l'isolement – Deuxième partie: Guide d'application*

CEI 60099-3:1990, *Parafoudres – Partie 3: Essais de pollution artificielle des parafoudres*

SECTION 2: DÉFINITIONS

Pour les besoins de la présente partie, les définitions suivantes s'appliquent:

2.1
parafoudre
appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées et à limiter la durée et, souvent, l'amplitude du courant de suite. Est considéré comme faisant partie du «parafoudre» tout éclateur extérieur en série, nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil lorsqu'il est en service, que la fourniture comprenne ou non cet éclateur.

NOTE Les parafoudres sont habituellement branchés entre les conducteurs d'un réseau et la terre, bien qu'ils puissent parfois être branchés aux bornes des enroulements des appareils ou entre conducteurs.

2.2
parafoudre à résistance variable avec éclateurs
parafoudre ayant un éclateur simple ou multiple connecté en série avec une ou plusieurs résistances variables

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

SURGE ARRESTERS –

Part 1: Non-linear resistor type gapped surge arresters for a.c. systems

SECTION 1: GENERAL

1.1 Scope

This part of International Standard IEC 60099 applies to surge protective devices designed for repeated operation to limit voltage surges on a.c. power circuits and to interrupt power-follow current. In particular, it applies to surge arresters consisting of single or multiple spark gaps in series with one or more non-linear resistors.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. For dated references, subsequent amendments to, or revisions of, any of these publications do not apply. However, parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. For undated references, the latest edition of the normative document referred to applies. Members of ISO and IEC maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60060: *High-voltage test techniques.*

IEC 60071-2:1976, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide.*

IEC 60099-3:1990, *Surge arresters – Part 3: Artificial pollution testing of surge arresters.*

SECTION 2: DEFINITIONS

For the purpose of this part, the following definitions apply:

2.1
surge arrester*
a device designed to protect electrical apparatus from high transient voltage and to limit the duration and frequently the amplitude of follow-current. The term "surge arrester" includes any external series gap which is essential for the proper functioning of the device as installed for service, regardless of whether or not it is supplied as an integral part of the device.

NOTE Surge arresters are usually connected between the electrical conductors of a network and earth although they may sometimes be connected across the windings of apparatus or between electrical conductors.

2.2
non-linear resistor type gapped arrester:
an arrester having a single or a multiple spark-gap connected in series with one or more non-linear resistors

* This type of equipment may be called "surge diverter" in some countries.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.3
éclateur série d'un parafoudre
intervalle réalisé (ou intervalles réalisés) entre des électrodes, placé en série avec la résistance variable (ou les résistances variables) du parafoudre

2.4
résistance série variable (non linéaire) d'un parafoudre
élément du parafoudre qui, par ses caractéristiques tension-courant non linéaires, fonctionne comme une résistance de faible valeur pour laisser passer les courants de décharge de grande amplitude, limitant ainsi la tension aux bornes du parafoudre, et comme une résistance de valeur élevée à la tension normale à fréquence industrielle, limitant ainsi l'amplitude du courant de suite

2.5
fraction de parafoudre
partie d'un parafoudre contenue dans une enveloppe avec tous ses éléments, notamment des éclateurs série et des résistances variables en quantité convenable pour représenter le comportement d'un parafoudre complet lors d'un essai particulier

2.6
élément de parafoudre
partie d'un parafoudre entièrement contenue dans une enveloppe et dont la mise en série avec d'autres éléments permet de réaliser un parafoudre de tension assignée plus élevée. Un élément de parafoudre n'est pas nécessairement une fraction de parafoudre.

2.7
limiteur de pression d'un parafoudre
dispositif destiné à limiter la pression intérieure d'un parafoudre et à éviter la rupture explosive de l'enveloppe à la suite du passage prolongé du courant de suite ou d'un amorçage à l'intérieur du parafoudre

2.8
tension assignée d'un parafoudre
valeur spécifiée maximale de la tension efficace à fréquence industrielle admissible entre ses bornes pour laquelle le parafoudre est prévu pour fonctionner correctement. Cette tension peut être appliquée de façon continue au parafoudre sans modifier ses caractéristiques de fonctionnement.

2.9
fréquence assignée d'un parafoudre
fréquence du réseau pour lequel le parafoudre est prévu

2.10
décharge disruptive
phénomène associé à la défaillance d'une isolation sous l'effet d'une contrainte électrique, avec chute de la tension et passage d'un courant; ce terme s'applique aux claquages électriques de diélectriques solides, liquides et gazeux et de leurs combinaisons

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

2.11
perforation
décharge disruptive à travers un solide

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.3
series gap of an arrester:
an intentional gap or gaps between spaced electrodes in series with the non-linear series resistor or resistors of the arrester

2.4
non-linear series resistor of an arrester
the part of the surge arrester which, by its non-linear voltage-current characteristics, acts as a low resistance to the flow of high discharge currents thus limiting the voltage across the arrester terminals, and as a high resistance at normal power-frequency voltage thus limiting the magnitude of follow-current.

2.5
section of an arrester
a complete, suitably housed part of an arrester including series gaps and non-linear series resistors in such a proportion as is necessary to represent the behaviour of a complete arrester with respect to a particular test

2.6
unit of an arrester
a completely housed part of an arrester which may be connected in series with other units to construct an arrester of higher voltage rating. A unit of an arrester is not necessarily a section of an arrester

2.7
pressure-relief device of an arrester
a means for relieving internal pressure in an arrester and preventing explosive shattering of the housing following prolonged passage of follow-current or internal flashover of the arrester

2.8
rated voltage of an arrester
the designated maximum permissible r.m.s. value of power-frequency voltage between its terminals at which it is designated to operate correctly. This voltage may be applied to the arrester continuously without changing its operating characteristics.

2.9
rated frequency of an arrester
the frequency of the power system on which the arrester is designed to be used

2.10
disruptive discharge
the phenomena associated with the failure of insulation under electrical stress which include a collapse of voltage and the passage of current; the term applies to electrical breakdown in solid, liquid and gaseous dielectrics and combinations of these.

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

2.11
puncture
a disruptive discharge through a solid

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.12
contournement
décharge disruptive le long d'une surface solide

2.13
amorçage d'un parafoudre
décharge disruptive entre les électrodes des éclateurs d'un parafoudre

2.14
choc
onde de tension ou de courant unidirectionnelle qui, sans oscillations appréciables, croît rapidement jusqu'à une valeur maximale et tombe, généralement moins rapidement, à zéro, avec éventuellement des inversions de polarité de faible amplitude

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.

2.15
choc rectangulaire
choc qui croît rapidement jusqu'à une valeur maximale, se maintient à peu près constant pendant une durée déterminée et tombe ensuite rapidement à zéro.

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

2.16
valeur de crête d'un choc
valeur maximale de la tension ou du courant de choc. Lorsque des oscillations se superposent à la crête, voir les paragraphes 8.3.2, 8.5.2 e) et 8.5.3.2 c)

2.17
front d'un choc
partie d'un choc précédant la crête

2.18
queue d'un choc
partie d'un choc postérieure à la crête

2.19
choc de tension plein
choc de tension qui n'est pas interrompu par un amorçage, un contournement ou une perforation

2.20
choc de tension coupé
choc de tension qui est interrompu sur le front, la crête ou la queue par un amorçage, un contournement ou une perforation causant ainsi une chute soudaine de la tension

2.21
valeur de crête présumée d'un choc de tension coupé
valeur de crête du choc de tension plein dont dérive un choc de tension coupé

2.22
origine conventionnelle d'un choc
point d'une courbe tension-temps ou courant-temps déterminée par l'intersection de l'axe des abscisses et de la droite passant par deux points de référence du front de l'onde

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.12
flashover
a disruptive discharge over a solid surface

2.13
sparkover of an arrester
a disruptive discharge between the electrodes of the gaps of an arrester

2.14
impulse
a 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, loops of opposite polarity.

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

2.15
rectangular impulse
an impulse which rises rapidly to a maximum value, remains substantially constant for a specified period, and then falls rapidly to zero.

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

2.16
peak (crest) value of an impulse
the maximum value of voltage or current in an impulse. In case of superimposed oscillations see 8.3.2, 8.5.2 e), and 8.5.3.2 c)

2.17
front of an impulse
that part of an impulse which occurs prior to the peak

2.18
tail of an impulse
that part of an impulse which occurs after the peak

2.19
full-wave voltage impulse
a voltage impulse which is not interrupted by sparkover, flashover, or puncture

2.20
chopped voltage impulse
a voltage impulse which is interrupted on the front, peak, or tail by sparkover, flashover or puncture causing a sudden drop in the voltage

2.21
prospective peak (crest) value of a chopped voltage impulse
the peak (crest) value of the full-wave voltage impulse from which a chopped voltage impulse is derived

2.22
virtual origin of an impulse
the 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 a straight line drawn through two reference points on the front of the impulse

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

a) Pour les chocs de tension comportant une durée conventionnelle de front inférieure ou égale à 30 µs, les points de référence sont à 30 % et 90 % de la valeur de crête.

b) Pour les chocs de tension comportant une durée conventionnelle de front supérieure à 30 µs, l'origine est généralement bien définie et ne nécessite pas de définition artificielle.

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

NOTE Cette définition ne s'applique que lorsque à la fois l'échelle des ordonnées et celle des abscisses sont linéaires. Voir également la note en 2.23.

2.23
durée conventionnelle de front d'un choc (T_1)
durée, exprimée en microsecondes, égale à:

a) pour les chocs de tension comportant des durées de front inférieures ou égales à 30 µs, 1,67 fois le temps nécessaire à la tension pour croître de 30 % à 90 % de sa valeur de crête;

b) pour les chocs de tension comportant des durées de front supérieures à 30 µs, 1,05 fois le temps nécessaire à la tension pour croître de 0 % à 95 % de sa valeur de crête.

c) pour les chocs de courant, 1,25 fois le temps nécessaire au courant pour croître de 10 % à 90 % de sa valeur de crête.

NOTE Si des oscillations sont présentes sur le front, il convient que les points de référence à 10 %, 30 %, 90 % et 95 % soient pris sur la courbe moyenne tracée à travers les oscillations.

2.24
raideur conventionnelle de front
quotient de la valeur de crête par la durée conventionnelle de front.

2.25
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 sur la queue la moitié de la valeur de crête. Cette durée est exprimée en microsecondes.

2.26
énoncé de la forme d'un choc
énumération de deux valeurs, la première représentant la durée conventionnelle de front (T_1) et la seconde la durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue (T_2) en microsecondes. Le choc est représenté par T_1/T_2 (le signe «/» n'ayant aucune signification mathématique).

2.27
choc de tension de foudre normal
choc de tension dont la forme s'énonce: 1,2/50

2.28
choc de tension de manoeuvre
choc de tension dont la durée conventionnelle de front est supérieure à 30 µs

2.29
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

2.30
durée conventionnelle totale d'un choc rectangulaire
temps pendant lequel l'amplitude du choc est supérieure à 10 % de sa valeur de crête. S'il existe de petites oscillations sur le front de l'onde, il convient de tracer une courbe moyenne pour déterminer l'instant où la valeur de 10 % est atteinte.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

a) For voltage impulses with virtual front times equal to or less than 30 μs, the reference points are at 30 % and 90 % of the peak value.

b) For voltage impulses with virtual front times greater than 30 μs, the origin is generally well defined and needs no artificial definition.

c) For current impulses, the reference points are 10 % and 90 % of the peak value.

NOTE This definition applies only when scales of both ordinate and abscissa are linear. See also note to 2.23.

2.23
virtual front time of an impulse (T_1)
the time, in microseconds, equal to:

a) for voltage impulses with front durations equal to or less than 30 μs, 1,67 times the time taken by the voltage to increase from 30 % to 90 % of its peak value;

b) for voltage impulses with front durations greater than 30 μs, 1,05 times the time taken by the voltage to increase from 0 % to 95 % of its peak value;

c) for current impulses, 1,25 times the time taken by 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 %, 30 %, 90 % and 95 % should be taken on the mean curve drawn through the oscillations.

2.24
virtual steepness of the front of an impulse
the quotient of the peak value and the virtual front time of an impulse

2.25
virtual time to half value on the tail of an impulse (T_2)
the time interval between the virtual origin and the instant when the voltage or current has decreased to half its peak value. This time is expressed in microseconds

2.26
designation of an impulse shape
a combination of two numbers, the first representing the virtual front time (T_1) and the second the virtual time to half value of the tail (T_2). It is written as T_1/T_2, both in microseconds, the sign "/" having no mathematical meaning

2.27
standard lightning voltage impulse
an impulse voltage having a waveshape designation of 1,2/50.

2.28
switching voltage impulse
an impulse having a virtual front time greater than 30 μs

2.29
virtual duration of the peak of a rectangular impulse
the time during which the amplitude of the impulse is greater than 90 % of its peak value

2.30
virtual total duration of a rectangular impulse
the time during which the amplitude of the impulse is greater than 10 % of its peak value. 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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.31
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 avant d'atteindre une valeur nulle permanente

2.32
courant de décharge d'un parafoudre
onde de courant écoulée par le parafoudre après amorçage des éclateurs série

2.33
courant nominal de décharge d'un parafoudre
valeur de crête du courant de décharge de forme d'onde 8/20 utilisé pour désigner un parafoudre. C'est également le courant de décharge utilisé pour amorcer le courant de suite au cours de l'essai de fonctionnement.

2.34
courant de suite d'un parafoudre
courant débité par le réseau et écoulé par le parafoudre après le passage du courant de décharge

2.35
tension résiduelle d'un parafoudre
tension qui apparaît entre les bornes d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge

2.37
tension d'amorçage au choc d'un parafoudre
valeur la plus élevée de la tension qui est atteinte avant l'amorçage quand un choc de forme et de polarité données est appliqué entre les bornes d'un parafoudre

2.38
tension d'amorçage au choc sur front d'un parafoudre
tension d'amorçage au choc obtenue sur le front d'un choc dont la tension croît linéairement avec le temps

2.39
tension d'amorçage au choc de foudre normal d'un parafoudre
la plus faible valeur de crête présumée d'un choc de tension de foudre normal dont l'application au parafoudre provoque chaque fois l'amorçage

2.40
durée jusqu'à l'amorçage d'un parafoudre
intervalle de temps entre l'origine conventionnelle et l'instant d'amorçage du parafoudre. Ce temps est exprimé en microsecondes

2.41
courbe tension/temps d'amorçage au choc» d'un parafoudre
courbe qui représente la variation de la tension d'amorçage au choc en fonction de la durée jusqu'à l'amorçage

2.42
courant présumé
courant qui circulerait dans un circuit, en un lieu donné, si l'on établissait un court-circuit en ce lieu au moyen d'une connexion d'impédance négligeable

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.31
peak (crest) value of opposite polarity of an impulse
the maximum amplitude of opposite polarity reached by a voltage or current impulse when it oscillates about zero before attaining a permanent zero value

2.32
discharge current of an arrester
the surge or impulse current which flows through the arrester after a sparkover of the series gaps

2.33
nominal discharge current of an arrester
the peak value of discharge current, having an 8/20 waveshape, which is used to classify an arrester. It is also the discharge current which is used to initiate follow-current in the operating duty test.

2.34
follow-current of an arrester
the current from the connected power source which flows through an arrester following the passage of discharge current

2.35
residual voltage (discharge voltage) of an arrester
the voltage that appears between the terminals of an arrester during the passage of discharge current

2.37
impulse sparkover voltage of an arrester
the highest value of voltage attained before sparkover during an impulse of given waveshape and polarity applied between the terminals of an arrester

2.38
front-of-wave impulse sparkover of an arrester:
the impulse sparkover voltage obtained on the wavefront the voltage of which increases linearly with time

2.39
standard lightning impulse sparkover voltage of an arrester
the lowest prospective peak value of a standard lightning voltage impulse which, when applied to an arrester, causes sparkover on every application

2.40
time to sparkover of an arrester
the time interval between virtual origin and the instant of sparkover of the arrester. The time is expressed in microseconds

2.41
impulse sparkover-voltage/time curve
a curve which relates the impulse sparkover voltage to the time to sparkover

2.42
prospective current
the 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

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.43
essais de type
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 présente partie de la norme. Il n'est nécessaire de reprendre ces essais sur un type d'appareil que si des modifications viennent en changer les caractéristiques.

2.44
essais individuels
essais effectués sur chaque appareil, éléments ou matériaux, pour s'assurer qu'ils répondent aux spécifications.

2.45
essais de réception
ensemble déterminé d'essais, effectués lorsque le constructeur et le client ont convenu que des essais seraient faits sur les appareils ou sur des prélèvements d'une fourniture

2.46
caractéristiques de protection d'un parafoudre
combinaison des caractéristiques suivantes:

a) courbe tension/temps d'amorçage au choc de foudre normal, obtenue conformément à 8.3.3;

b) courbe de la tension résiduelle en fonction du courant de décharge, obtenue conformément à 8.4;

c) pour les parafoudres 10 000 A de tension assignée égale ou supérieure à 100 kV, courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre, obtenue conformément à 8.3.5.

2.47
dispositif de déconnexion pour parafoudre
dispositif permettant de déconnecter un parafoudre du réseau en cas de défaillance de ce parafoudre, en vue d'éviter un défaut permanent sur le réseau et de signaler de façon visible le parafoudre défectueux.

NOTE Le dispositif de déconnexion n'a généralement pas pour rôle d'interrompre le courant de défaut lors de son fonctionnement; lorsque le courant de défaut est élevé, le fonctionnement du dispositif de déconnexion peut ne pas empêcher la rupture explosive de l'enveloppe à la suite d'un amorçage à l'intérieur du parafoudre.

SECTION 3: IDENTIFICATION ET CLASSIFICATION

3.1 Identification du parafoudre

Les parafoudres doivent être définis au moins au moyen des indications suivantes devant figurer sur leur plaque signalétique:

– tension assignée;
– fréquence assignée, si elle diffère d'une des fréquences normales (voir 4.2);
– courant nominal de décharge (en spécifiant série A ou série B* pour le parafoudre 5 000 A et service intensif ou service non intensif pour le parafoudre 10 000 A);
– classe de décharge de longue durée (pour les parafoudres 10 000 A à service intensif), voir 8.5.3.2;

* Les parafoudres de la série A correspondent aux caractéristiques demandées dans tous les pays. Les parafoudres de la série B correspondent aux caractéristiques demandées au Canada, aux Etats-Unis d'Amérique et dans d'autres pays

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

2.43
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 this part of the standard. Once made, these tests need not be repeated unless the design is so changed as to modify its performance.

2.44
routine tests
tests made on each arrester or on parts and materials as required to ensure that the product meets the design specifications

2.45
acceptance tests
selected tests which are made when it has been agreed between the manufacturer and the purchaser that the arresters or representative samples of an order are to be tested.

2.46
protective characteristics of an arrester
the combination of the following:

a) lightning impulse sparkover-voltage/time curve as determined in 8.3.3;

b) the residual-voltage/discharge-current curve as determined in clause 8.4;

c) for 10 000 A arresters rated 100 kV and higher, the switching-voltage impulse sparkover-voltage/time curve as determined in 8.3.5.

2.47
arrester disconnector
a 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, and it may not prevent explosive shattering of the housing following internal flashover of the arrester on high fault currents.

SECTION 3: IDENTIFICATION AND CLASSIFICATION

3.1 Arrester identification

Surge arresters shall be identified by the following minimum information which shall appear on the rating plate (nameplate):

– rated voltage;
– rated frequency, if other than one of the standard frequencies, see 4.2;
– nominal discharge current (specifying for the 5 000 A arrester whether series A or series B*, and for the 10 000 A arrester, whether light or heavy duty);
– long-duration discharge class (for 10 000 A heavy-duty arresters), see 8.5.3.2;

* Series A arresters are based on performance characteristics in practice in all countries. Series B arresters are based on performance characteristics in Canada and the United States of America and other countries.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– le courant de tenue aux courants de court-circuit doit être indiqué en kiloampères sur la plaque signalétique du parafoudre. La plaque signalétique des parafoudres pour lesquels aucune tenue aux courants de court-circuit n'est déclarée doit le préciser; voir 8.7;

– nom du constructeur ou marque de fabrique, type et repères d'identification;

– année de construction.

NOTE 1 L'annexe B peut servir de guide pour choisir les informations à fournir lors d'un appel d'offre ou d'une offre.

NOTE 2 Dans certains pays, il est d'usage de désigner les parafoudres par les termes suivants:

– parafoudres de poste pour les appareils 10 000 A;

– parafoudres intermédiaires (série A) ou de distribution (série B) pour les appareils 5 000 A*;

– parafoudres pour circuits secondaires pour les appareils 1 500 A.

3.2 Classification des parafoudres

Les parafoudres sont classés par les valeurs normales de leurs courants de décharge nominaux et doivent répondre au moins aux conditions d'essais et aux caractéristiques de fonctionnement précisées dans le tableau 3. Les parafoudres ayant des caractéristiques de fonctionnement plus favorables ou des niveaux de protection plus bas que ceux qui sont spécifiés dans la présente partie de cette norme sont considérés comme conformes à celle-ci.

SECTION 4: CARACTÉRISTIQUES ASSIGNÉES

4.1 Tensions assignées normales

Les valeurs normales des tensions assignées des parafoudres doivent être choisies dans le tableau 1.

Tableau 1 – Valeurs normales des tensions assignées (kV, valeur efficace)

0,175	6	18	36	75	126
0,280	7,5	21	39	84	138
0,500	9	24	42	96	150
0,660	10,5	27	51	102	174
3	12	30	54	108	186
4,5	15	33	60	120	198

Les tensions assignées supérieures à 198 kV doivent être divisibles par 6.

4.2 Fréquences assignées normales

Les fréquences assignées normales sont 50 Hz et 60 Hz.

4.3 Valeurs normales des courants de décharge nominaux

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

NOTE Il existe deux types de parafoudres 10 000 A (voir 3.2), service non intensif et service intensif, qui diffèrent par l'amplitude du courant de choc de longue durée qu'ils peuvent supporter. Voir 8.5.3.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– the rated short-circuit withstand current in kiloamperes shall be stated on the nameplate of the surge arrester. Arresters without a claimed short-circuit withstand capability shall have this indicated on the nameplate, see 8.7;

– manufacturer`s name or trademark, type and identification;

– year of manufacture.

NOTE 1 Information to be given by inquiry or tender may be guided by annex B.

NOTE 2 In some countries, it is customary to classify arresters as:

– station for 10 000 A arresters;

– intermediate (series A) or distribution (series B) for 5 000 A arresters*;

– secondary for 1 500 A arresters.

3.2 Arrester classification

Surge arresters are classified by their standard nominal discharge currents and they shall meet at least the test requirements and performance characteristics listed in table 3. Arresters having more favorable performance characteristics or lower protective levels than those required in this part shall be considered to have met this standard.

SECTION 4: STANDARD RATINGS

4.1 Standard voltage ratings

Standard values of rated voltages for arresters shall be as listed in Table 1.

Table 1 – Standard voltage ratings (kV r.m.s.)

0,175	6	18	36	75	126
0,280	7,5	21	39	84	138
0,500	9	24	42	96	150
0,660	10,5	27	51	102	174
3	12	30	54	108	186
4,5	15	33	60	120	198

For voltage ratings above 198 kV, the arrester ratings shall be divisible by 6.

4.2 Standard rated frequencies

The standard rated frequencies are 50 Hz and 60 Hz.

4.3 Standard nominal discharge currents

The standard nominal discharge currents are: 10 000 A, 5 000 A, 2 500 A and 1 500 A, having an 8/20 waveshape.

NOTE For the 10 000 A arrester (see 3.2) there are two types, light-duty and heavy-duty, which are differentiated by the amplitude of the long-duration impulse current which they are capable of withstanding. See 8.5.3.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Conditions de service

4.4.1 Conditions normales de service

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

a) température ambiante comprise entre –40 °C et +40 °C;

b) altitude ne dépassant pas 1 000 m;

c) fréquence d'alimentation en courant alternatif comprise entre 48 Hz et 62 Hz;

d) tension à fréquence industrielle appliquée entre bornes du parafoudre ne dépassant pas sa tension assignée.

4.4.2 Conditions de service anormales

Les parafoudres destinés à des utilisations différentes ou soumis à d'autres conditions de service que les conditions normales peuvent nécessiter une étude spéciale pour leur fabrication ou leur utilisation et chaque cas doit être étudié avec le constructeur. Voir l'annexe A: Conditions de service anormales, et l'annexe C: Choix de la classe de décharge de longue durée des parafoudres à service intensif.

SECTION 5: PRESCRIPTIONS

5.1 Tension d'amorçage à fréquence industrielle

Pour toutes les classes de parafoudres, excepté la classe 10 000 A pour service intensif, la valeur la plus basse de la tension d'amorçage à fréquence industrielle ne doit pas être inférieure à 1,5 fois la tension assignée du parafoudre. Pour les parafoudres de la classe 10 000 A, pour service intensif, la valeur la plus basse de la tension d'amorçage à fréquence industrielle doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur et le client.

On notera que l'essai d'amorçage à fréquence industrielle à sec constitue une prescription minimale pour les essais individuels que doit effectuer le constructeur, comme indiqué en 6.1.

5.2 Tension d'amorçage au choc de foudre normal

La tension de choc de foudre étant réglée comme indiqué en 8.3.2 et dans le tableau 8, le parafoudre doit amorcer pour chaque choc d'une série de cinq chocs positifs et de cinq chocs négatifs.

Si dans une des séries de cinq chocs et pour un seul choc, les éclateurs n'amorcent pas, on applique une série supplémentaire de dix chocs de la même polarité et, pour ces derniers, les éclateurs doivent amorcer chaque fois.

5.3 Tension d'amorçage au choc sur front

Avec des chocs de tension dont la raideur conventionnelle est conforme au tableau 8, la tension d'amorçage ne doit pas dépasser la valeur indiquée dans ce même tableau 8. Cela est vérifié, comme indiqué en 8.3.4, par un essai comprenant cinq chocs positifs et cinq chocs négatifs, ou à l'aide de la courbe de la tension d'amorçage au choc de foudre en fonction du temps, décrite en 8.3.3.

5.4 Tension d'amorçage au choc de manoeuvre

Cette tension est déterminée sur les parafoudres 10 000 A de tension assignée supérieure à 100 kV conformément à 8.3.5. Des valeurs maximales sont spécifiées uniquement pour les parafoudres à service intensif de tension assignée supérieure à 200 kV. Pour ces parafoudres, les valeurs sont données dans le tableau 8, colonne 7.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

4.4 Service conditions

4.4.1 Normal service conditions

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

a) ambient temperature within the range of –40 °C to +40 °C;

b) altitude not exceeding 1 000 m;

c) frequency of the a.c. power supply not less than 48 Hz and not exceeding 62 Hz;

d) power-frequency voltage applied between the line and earth terminals of the arrester not exceeding its rated voltage.

4.4.2 Abnormal service conditions

Arresters subjected to other than normal application or service conditions may require special consideration in manufacture or application and each case should be discussed with the manufacturer. See annex A: Abnormal service conditions and annex C: Selection of the long-duration discharge class of heavy-duty arresters.

SECTION 5: REQUIREMENTS

5.1 Power-frequency sparkover voltage

For all classes of surge arresters, except the 10 000 A heavy-duty class, the lowest value of power-frequency sparkover voltage shall be not less than 1,5 times the rated voltage of the arrester. For the 10 000 A heavy-duty class arresters, the lowest value of power-frequency sparkover is subject to agreement between the manufacturer and the purchaser.

It should be noted that the dry power-frequency sparkover test is the minimum requirement for routine tests to be made by the manufacturer as specified in 6.1.

5.2 Standard lightning impulse sparkover voltage

With the lightning impulse voltage specified in 8.3.2 and table 8 the arrester shall sparkover on every impulse of a series of five positive and five negative impulses.

If in either series of five impulses, the gaps fail to sparkover once only, an additional ten impulses of that polarity shall be applied and the gaps shall sparkover on all of these impulses.

5.3 Front-of-wave impulse sparkover voltage

With voltage impulses having a virtual steepness of front equal to that specified in table 8, the sparkover voltage shall not exceed the value given in table 8. This is verified according to 8.3.4 by a test with five positive and five negative impulses, or by using the lightning impulse sparkover voltage/time curve described in 8.3.3.

5.4 Switching impulse sparkover voltage

This voltage is determined on 10 000 A arresters having a rated voltage above 100 kV according to 8.3.5. There are limits only for heavy-duty arresters with rated voltages above 200 kV. For these arresters the limits are given in table 8 (column 7).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.5 Tension résiduelle au choc de foudre

La tension résiduelle pour le courant nominal de décharge est déterminée à partir des courbes tracées suivant la méthode décrite en 8.4.1. Cette tension ne doit pas dépasser la valeur résiduelle maximale spécifiée pour le parafoudre, conformément au tableau 8.

5.6 Tension résiduelle au choc de manoeuvre

Cette prescription s'applique aux parafoudres 10 000 A, service intensif ou non, ou 5 000 A série A, dont la tension assignée est supérieure à 100 kV et munis d'éclateurs actifs, c'est-à-dire des éclateurs qui engendrent pendant l'essai au choc de manoeuvre une tension résiduelle d'au moins 100 V par kV de tension assignée.

La tension résiduelle au choc de manoeuvre déterminée conformément à 8.4.2 ne doit pas dépasser la valeur indiquée dans le tableau 8.

5.7 Tenue aux chocs de courant de grande amplitude

Les parafoudres doivent supporter l'essai au choc de courant de grande amplitude décrit en 8.5.2. La valeur moyenne de la tension d'amorçage à sec à fréquence industrielle (voir 8.2) mesurée avant et après cet essai ne doit pas varier de plus de 10 %. L'examen des échantillons essayés ne doit mettre en évidence ni perforation ni amorçage des résistances variables, ni détérioration importante des éclateurs ou du circuit de répartition de tension.

5.8 Tenue aux chocs de courant de longue durée

Les parafoudres doivent supporter l'essai aux chocs de courant de longue durée décrit en 8.5.3, avec les paramètres indiqués dans les tableaux 5 (service intensif) ou 6 (service non intensif). Pour les deux types de parafoudres, la tension résiduelle aux chocs de foudre (voir 8.4.1) mesurée avant et après cet essai ne doit pas avoir varié de plus de 10 %. Pour les parafoudres à service intensif, la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec (voir 8.2) mesurée avant et après l'essai ne doit également pas avoir varié de plus de 10 %.

5.9 Fonctionnement des parafoudres

Les parafoudres doivent supporter l'essai de fonctionnement de 8.6, pendant lequel:

– le courant de suite doit s'établir à chaque application d'un choc et l'échantillon en essai doit interrompre le courant de suite chaque fois;

– la coupure finale du courant de suite doit se produire au plus tard à la fin de la demi-période suivant celle au cours de laquelle le choc est appliqué.

A la suite de l'essai de fonctionnement, et après refroidissement de l'échantillon en essai à une température voisine de la température ambiante, on recommence les essais d'amorçage à fréquence industrielle et la détermination de la tension résiduelle qui ont été effectués avant l'essai de fonctionnement. Les valeurs moyennes ne doivent pas varier de plus de 10 %.

5.10 Limiteur de pression

Lorsqu'un parafoudre est muni d'un dispositif limiteur de pression, une défaillance du parafoudre ne doit pas provoquer une rupture explosive de l'enveloppe. Cela est vérifié par les essais décrits en 8.7.

On estime que l'échantillon en essai a satisfait aux conditions d'essais si l'enveloppe demeure intacte ou si elle se brise d'une façon peu brusque et si tous les éléments de l'échantillon essayé restent à l'intérieur de l'enceinte cylindrique.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.5 Lightning impulse residual voltage

The residual voltage for nominal discharge current is determined from the curve drawn according to 8.4.1. This voltage shall not be higher than the maximum residual voltage of the arrester specified in table 8.

5.6 Switching impulse residual voltage

This requirement applies to 10 000 A, light or heavy duty, or 5 000 A series A arresters, having a rated voltage above 100 kV and with active gaps (an active gap is defined as a gap which generates at least 100 V/kV of rating during the switching impulse test).

The switching impulse residual voltage determined according to 8.4.2 shall not exceed the value indicated in table 8.

5.7 High-current impulse withstand

Arresters shall withstand the high-current impulse test according to 8.5.2. The average dry power-frequency sparkover voltage (see 8.2) recorded before and after this test shall not have changed by more than 10 %. Examination of the test samples shall reveal no evidence of puncture or flashover of the non-linear resistors or significant damage to the series gaps or grading circuit.

5.8 Long-duration current withstand

Arresters shall withstand the long-duration current impulse test according to 8.5.3 and tables 5 (heavy-duty) or 6 (light-duty). For both types the lightning residual voltage (8.4.1) recorded before and after this test shall not have changed by more than ±10 %. For heavy surge arresters, the dry power frequency sparkover voltage (8.2) recorded before and after the test shall not have changed by more than ±10 %.

5.9 Operating-duty

Arresters shall withstand the operating-duty test described in 8.6 during which:

– follow-current shall be established by each test impulse and the test sample shall interrupt the follow-current each time;

– final interruption of the follow-current shall occur at least at the end of the half-cycle following that in which the impulse is applied.

Following the operating-duty test and after the test sample has cooled to near ambient temperature, the power-frequency sparkover test and the residual voltage test which were made before the operating-duty test are repeated and the average values shall not have changed by more than 10 %.

5.10 Pressure-relief

When an arrester is fitted with a pressure-relief device, the failure of the arrester shall not cause explosive shattering of the housing. This is verified by the tests described in 8.7.

The test sample is deemed to have passed the test if the housing remains intact or if it breaks sufficiently non-explosively and if all parts of the sample are contained within the circular enclosure.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.11 Dispositifs de déconnexion

5.11.1 Tenue du dispositif de déconnexion

Lorsqu'un parafoudre est muni d'un dispositif de déconnexion (intégré ou séparé), ce dispositif doit supporter sans fonctionner chacun des essais suivants:

– essai aux chocs de courant de grande amplitude (8.8.2.1);

– essai aux chocs de courant de longue durée (8.8.2.2);

– essai de fonctionnement (8.8.2.3).

5.11.2 Fonctionnement du dispositif de déconnexion

Le temps de retard au fonctionnement du déconnecteur est déterminé, conformément à 8.8.3, pour trois valeurs du courant: 20 A, 200 A et 800 A (valeur efficace, ±10 %). Le dispositif doit assurer clairement une séparation effective et permanente.

SECTION 6: CONDITIONS GÉNÉRALES DES ESSAIS

6.1 Echantillons destinés aux essais et mesures

Sauf indication contraire, tous les essais doivent être effectués sur les mêmes parafoudres, fractions ou éléments d'appareils. Ces derniers doivent être neufs, propres, complètement montés, installés dans des conditions se rapprochant le plus possible des conditions de service, et munis d'anneaux de garde, si ces derniers sont normalement utilisés.

L'appareillage de mesure doit satisfaire aux exigences figurant dans la CEI 60060, et l'on admettra que la précision des valeurs obtenues répond aux prescriptions relatives aux essais.

6.2 Essais sous tension à fréquence industrielle

Tous les essais à fréquence industrielle doivent être effectués sous une tension alternative ayant une fréquence comprise entre les 48 Hz et 62 Hz et une forme d'onde pratiquement sinusoïdale.

6.3 Essais sous pluie

Cet article est conforme aux recommandations relatives aux essais sous pluie figurant dans la CEI 60060. Il est, en général, reconnu que les essais sous pluie n'ont pas pour but de reproduire les conditions réelles d'emploi, mais qu'ils permettent de s'assurer, grâce à l'expérience accumulée, que le comportement en service sera satisfaisant.

Les essais doivent donner des résultats reproductibles dans un même laboratoire et dans des laboratoires différents.

Ces essais ne sont effectués que sur les parafoudres de type extérieur. Lorsque ces essais sont spécifiés, l'objet en essai doit être exposé à une aspersion d'eau de résistivité prescrite, produite par un ou plusieurs gicleurs convenablement disposés. Le jet, formé de fines gouttelettes, doit tomber sur l'objet essayé avec une inclinaison d'environ 45°, telle qu'on peut la déterminer par l'observation visuelle ou par la mesure des composantes verticales et horizontales du débit d'aspersion.

La composante verticale de l'aspersion doit être mesurée avec un récipient collecteur présentant une ouverture horizontale d'une surface de 100 cm^2 à 750 cm^2; lorsque la composante verticale et la composante horizontale sont exigées simultanément, la composante horizontale doit être mesurée avec un récipient présentant une ouverture verticale analogue, orientée vers les gicleurs. Le récipient collecteur doit être placé à côté de l'objet essayé en face des gicleurs et aussi près de l'objet qu'il est possible sans recueillir les éclaboussures qui en rejaillissent.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

5.11 Disconnectors

5.11.1 Disconnector withstand

When an arrester is fitted or associated with a disconnector, this device shall withstand, without operating, each of the following tests:

– high-current impulse test (8.8.2.1);
– long-duration current impulse test (8.8.2.2);
– operating-duty test (8.8.2.3).

5.11.2 Disconnector operation

The time delay for the operation of the disconnector is determined for three values of current: 20 A, 200 A and 800 A r.m.s., ± 10 % according to 8.8.3. There shall be clear evidence of effective and permanent disconnection by the device.

SECTION 6: GENERAL TESTING PROCEDURE

6.1 Test samples and measurements

Except when specified otherwise, all tests shall be made on the same arresters, arrester sections or arrester units. They shall be new, clean, completely assembled, and arranged as nearly as possible as in service and shall be fitted with grading rings, if used.

The measuring equipment shall meet the requirements of IEC 60060, and the values obtained shall be accepted as accurate for the purpose of compliance with the relevant test clauses.

6.2 Power-frequency voltage tests

All power-frequency tests shall be made with an alternating voltage having a frequency between the limits of 48 Hz and 62 Hz, and an approximately sinusoïdal waveshape.

6.3 Wet tests

This clause is in agreement with the recommendations on wet tests contained in IEC 60060. It is generally recognized that wet tests are not intended to reproduce actual operating conditions but to provide a criterion based on accumulated experience that satisfactory service operation will be obtained.

The test shall give reproducible results in the same and in different laboratories.

The tests shall be made only on arresters designed for use outdoors. Where such a test is specified, the test object shall be subjected to a spray of water of prescribed resistivity provided by a properly located nozzle or nozzles. The spray, consisting of small drops, shall fall on the test object at an angle approximately 45° to the vertical as determined by visual observation or by measurements of the vertical and horizontal components of the precipitation rate.

The vertical component of the spray shall be measured with a collecting vessel having a horizontal opening of area 100 cm^2 to 750 cm^2. When both vertical and horizontal components are required, the horizontal component will be measured with a collecting vessel having a similar vertical opening directed towards the nozzles. The collecting vessel shall be located on the side of the test object facing the nozzles and as close to the test object as is possible without collecting splashes from it.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Lorsque la hauteur de l'objet en essai dépasse 50 cm, le débit d'aspersion doit être mesuré près des extrémités et du milieu, et les valeurs obtenues pour l'une quelconque des positions ne doivent pas différer de plus de 25 % de la valeur moyenne relative aux trois positions; pour des objets d'une hauteur égale ou inférieure à 50 cm, la mesure doit être faite près du milieu seulement.

L'objet en essai doit être aspergé pendant au moins 1 min avant l'application de la tension. (D'autre part, des résultats plus concordants peuvent être obtenus si l'objet essayé est entièrement mouillé avant l'application de la tension, avec une eau ayant la résistivité et la température prescrites.) Les caractéristiques de l'aspersion sont indiquées dans le tableau 2; deux catégories y figurent, l'une correspondant à la pratique en usage dans la majorité des laboratoires européens, l'autre à la pratique en usage au Canada et aux Etats-Unis d'Amérique. Il est recommandé à chaque Comité national de n'utiliser qu'une seule de ces deux techniques.

Tableau 2 – Caractéristiques des essais sous pluie

Caractéristiques	Pratique	
	Europe	Canada et Etats-Unis d'Amérique
1. Débit d'aspersion (composante verticale)	3 mm/min ± 10 %	5 mm/min ± 10 %
2. Résistivité de l'eau	10 000 Ω·cm ± 10 %	17 800 Ω·cm ± 10 %
3. Température de l'eau	Température ambiante ± 15 °C	Température ambiante ± 15 °C
4. Type de gicleur	Voir figures 2a, 2b et 2c*	Voir figure 2d*
5. Pression de l'eau	Voir figures 2a, 2b et 2c*	Voir figure 2d*
* Les figures mentionnées sont celles de la CEI 60060-1.		

6.4 Essai sous pollution artificielle

Des essais sous pollution artificielle sont décrits dans la CEI 60099-3. Ce rapport expose les principes fondamentaux des essais sous pollution artificielle des parafoudres à résistance variable avec éclateurs, et précise la composition des polluants, la façon d'appliquer la couche polluante et les procédures d'essai correspondant à chaque type de pollution.

SECTION 7: ESSAIS INDIVIDUELS ET ESSAIS DE RÉCEPTION

7.1 Essais individuels

Le constructeur doit effectuer comme essai individuel au moins la détermination de la tension d'amorçage à sec à fréquence industrielle (voir 8.2). Si le parafoudre est constitué de plusieurs éléments possédant leur enveloppe individuelle, les essais peuvent être effectués sur ces éléments.

7.2 Essais de réception normaux

Lorsque les essais de réception ont été spécifiés dans la commande par le client, les essais suivants doivent être effectués sur le nombre entier supérieur le plus proche de la racine cubique du nombre de parafoudres de la commande:

a) détermination de la tension d'amorçage à sec à fréquence industrielle sur le parafoudre complet (voir 8.2);

b) vérification de l'amorçage au choc de foudre normal sur le parafoudre complet (voir 8.3.2);

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For test objects of height greater than 50 cm, measurements of the rate of precipitation shall be made near the ends and the middle and values obtained for any one position shall not differ by more than 25 % from the average for the three positions; for test objects of 50 cm height or less, the measurement shall be made near the middle only.

The test object shall be sprayed for at least 1 min before the application of voltage. (Alternatively, more consistent results may be obtained if the test object is thoroughly wetted with water of the prescribed resistivity and temperature before the application of voltage.) The characteristics of the spray shall be as given in table 2. Two sets are given, one in general accordance with European practice, the other with practice in Canada and in the United States of America. It is recommended that each National Committee use only one of these practices.

Table 2 – Parameters for wet tests

Characteristics	Practice	
	Europe	Canada and United States of America
1. Precipitation rate (vertical component)	3 mm/min ± 10 %	5 mm/min ± 10 %
2. Resistivity of water	10 000 Ω·cm ± 10 %	17 800 Ω·cm ± 10 %
3. Temperature of water	Ambient temperature ± 15 °C	Ambient temperature ± 15 °C
4. Type of nozzle	See figures 2a, 2b and 2c*	See figure 2d*
5. Water pressure	See figures 2a, 2b and 2c*	See figure 2d*
* Figures refer to IEC 60060-1.		

6.4 Artificial-pollution tests

Artificial-pollution tests are described in IEC 60099-3. This report gives the basic principles of artificial-pollution testing of non-linear resistor type gapped surge arresters, together with details of pollutant compositions and methods of application and the test procedures associated with each mode of pollution.

SECTION 7: ROUTINE AND ACCEPTANCE TESTS

7.1 Routine tests

The minimum requirement for routine tests to be made by the manufacturer shall be the dry power-frequency sparkover test, (see 8.2). If the arrester is constructed with a number of self-contained units, the tests may be made on the units.

7.2 Acceptance tests

When the purchaser specifies acceptance tests in the purchase agreement, the following tests shall be made on the nearest highest whole number to the cube root of the number of arresters to be supplied:

a) dry power-frequency voltage sparkover test on the complete arrester (see 8.2);

b) standard lightning impulse sparkover test on the complete arrester (see 8.3.2);

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) seulement après accord entre le constructeur et le client, la tension résiduelle doit être mesurée pour un courant de décharge qui ne soit pas inférieur à 0,25 fois le courant nominal de décharge, sur le parafoudre complet, sur chaque élément du parafoudre ou sur des fractions (voir 8.4). Lorsque ces essais sont effectués sur des fractions de parafoudre, les essais doivent porter sur tous les types de constituants du parafoudre, et les constituants des fractions essayées doivent être distincts.

Toute modification dans le nombre d'échantillons ou le type d'essai doit être discutée cas par cas entre le constructeur et le client.

SECTION 8: ESSAIS DE TYPE

8.1 Généralités

Les essais de type suivants doivent être effectués comme requis dans le tableau 3:

1) Mesure de la tension d'amorçage à fréquence industrielle (8.2).
2) Vérification de l'amorçage au choc de foudre normal (8.3.2).
3) Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de foudre (8.3.3).
4) Mesure de la tension d'amorçage au choc sur front (8.3.4).
5) Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre (8.3.5).
6) Mesure de la ou des tensions résiduelles (8.4).
7) Essai de tenue aux chocs de courant (8.5).
8) Essai de fonctionnement (8.6).
9) Essais du limiteur de pression (lorsque le parafoudre est muni d'un tel dispositif) (8.7).
10) Essais des dispositifs de déconnexion pour parafoudres (8.8).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

c) only when specifically agreed between the manufacturer and the purchaser, residual voltage shall be determined at a discharge current of not less than 0,25 times the nominal discharge current on the complete arrester or on each of the individual units of the arrester or sections (see 8.4). When the tests are made on sections, the tests shall apply to all types of elements of the arrester, and the elements of the tested sections shall be distinct.

Any alteration in the number of samples or type of tests shall be specifically negotiated between the manufacturer and the purchaser.

SECTION 8: TYPE TESTS (DESIGN TESTS)

8.1 General

The following type tests shall be made as far as required in table 3:

1) Measurement of power-frequency sparkover voltage (8.2).
2) Standard lightning impulse sparkover test (8.3.2).
3) Lightning impulse sparkover-voltage/time curve test (8.3.3).
4) Measurement of front-of-wave impulse sparkover-voltage (8.3.4).
5) Switching impulse sparkover-voltage/time curve test (8.3.5).
6) Measurement of residual voltages (8.4).
7) Current impulse withstand tests (8.5).
8) Operating-duty test (8.6).
9) Pressure-relief tests (when the arrester is fitted with a pressure-relief device) (8.7).
10) Tests of arrester disconnectors (8.8).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Tableau 3 – Classification et essais

	Valeurs normales des courants de décharge nominaux A					
	10 000 Service intensif	10 000 Service non intensif	5 000		2 500	1 500
			Série A	Série B		
1. Tensions (kV, valeur efficace)	3 ou plus	3 ou plus	3 à 138	3 à 39	Jusqu'à 36	Jusqu'à 0,660
2. Essai de tension d'amorçage à fréquence industrielle	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
3. Essai de tension d'amorçage au choc de foudre normal	8.3.2, tableau 8, colonne 2	8.3.2, tableau 8, colonne 3	8.3.2, tableau 8, colonne 3	8.3.2, tableau 8, colonne 3	8.3.2, tableau 8, colonne 3	Non exigé
4. Essai de tension d'amorçage sur le front de l'onde	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4
5. Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre	8.3.5 (au-dessus de 100 kV)	8.3.5 (au-dessus de 100 kV)	Non exigé	Non exigé	Non exigé	Non exigé
6. Essai de vérification de la tension résiduelle	8.4, tableau 8, colonne 8	8.4, tableau 8, colonne 9	8.4, tableau 8, colonne 9	8.4, tableau 8, colonne 9	8.4, tableau 8, colonne 9	8.4
7. Essai de tenue aux courants de choc: a) Choc de grande amplitude b) Choc de longue durée	8.5.2 8.5.3.2	8.5.2 8.5.3.3	8.5.2 8.5.3.3	8.5.2 8.5.3.3	8.5.2 8.5.3.3	8.5.2 Non exigé
8. Essai de fonctionnement	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
9. Essai du limiteur de pression (si le parafoudre en est muni)	8.7	8.7	8.7	Sans objet	Non exigé	Non exigé
10. Dispositif de déconnexion (si le parafoudre en est muni)	Sans objet	Sans objet	8.8	8.8	8.8	8.8

Le nombre prescrit d'échantillons à essayer est spécifié dans chaque paragraphe. Les parafoudres qui diffèrent entre eux seulement par des modalités de montage ou par la disposition du support et qui, par ailleurs, sont constitués des mêmes éléments de construction possédant des caractéristiques de fonctionnement semblables, sont considérés comme étant du même type.

Les essais 1, 2, 3, 4 et 5 de la liste précédente doivent être effectués sur les mêmes échantillons; ces mêmes échantillons peuvent être utilisés pour l'essai 6 qui est alors considéré comme ayant été fait sur des parafoudres neufs. Pour les essais 7, 8, 9 et 10, voir les recommandations figurant aux paragraphes correspondants.

8.2 Essai d'amorçage sous tension à fréquence industrielle

Les essais à sec et sous pluie doivent être effectués conformément à 7.1, 7.2, 7.3 et 8.1 sur trois échantillons de parafoudres complets de chaque tension assignée en essai. Le fonctionnement d'autres parafoudres de même construction (conformément à 8.1), mais dont les tensions assignées ne s'écartent pas de plus de ±25 % (ou de 6 kV, la plus élevée de

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 3 – Arrester classification and test requirements

	Standard nominal discharge current A					
	10 000 Heavy-duty	10 000 Light-duty	5 000		2 500	1 500
			Series A	Series B		
1. Voltage ratings (kV, r.m.s.)	3 or more	3 or more	3 to 138	3 to 39	Up to 36	Up to 0,660
2. Power-frequency voltage sparkover test	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2	8.2
3. Standard lightning-voltage impulse sparkover test	8.3.2, table 8, column 2	8.3.2, table 8, column 3	8.3.2, table 8, column 3	8.3.2, table 8, column 3	8.3.2, table 8, column 3	Not required
4. Front-of-wave-voltage sparkover test	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4	8.3.4
5. Switching impulse sparkover-voltage/ time curve test	8.3.5 (au-dessus de 100 kV)	8.3.5 (au-dessus de 100 kV)	Not required	Not required	Not required	Not required
6. Residual voltage test	8.4, table 8, column 8	8.4, table 8, column 9	8.4, table 8, column 9	8.4, table 8, column 9	8.4, table 8, column 9	8.4
7. Current impulse withstand: a) High-current b) Long-duration	 8.5.2 8.5.3.2	 8.5.2 8.5.3.3	 8.5.2 8.5.3.3	 8.5.2 8.5.3.3	 8.5.2 8.5.3.3	 8.5.2 Not required
8. Operating-duty test	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
9. Pressure-relief test (when fitted with relief device)	8.7	8.7	8.7	Not appropriate	Not required	Not required
10. Arrester disconnector (when fitted)	Not appropriate	Not appropriate	8.8	8.8	8.8	8.8

The required number of samples is specified in the individual subclauses. Arresters which differ only in methods of mounting or arrangement of the supporting structure, and which are otherwise based on the same components with similar construction and performance characteristics are considered to be of the same design.

Tests 1, 2, 3, 4 and 5 in the foregoing list shall be made on the same samples; these same samples may also be used for test 6 and then shall be considered to have been made on new arresters. For tests 7, 8, 9 and 10 see the recommendations in the specific subclauses.

8.2 Power-frequency voltage sparkover tests

Dry and wet tests shall be made in accordance with 7.1, 7.2, 7.3 and 8.1 on three samples of complete arresters of each voltage rating tested. The performance for other voltage ratings of the same design (as defined in 8.1) within ±25 % (or 6 kV, whichever is greater) of a test sample rating can be determined by adjusting the voltage level in proportion to the voltage

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ces valeurs étant à retenir) de la tension assignée de l'échantillon en essai peut être déterminé en admettant que les tensions sont proportionnelles aux tensions assignées. La tension appliquée au parafoudre doit avoir une valeur suffisamment basse pour éviter l'amorçage du parafoudre au cours du régime transitoire consécutif à la mise sous tension, puis doit être augmentée rapidement et régulièrement jusqu'à ce que l'amorçage de l'éclateur série se produise. Le temps pendant lequel la tension peut dépasser la tension assignée du parafoudre doit rester compris entre 2 s et 5 s, lorsque l'on essaie des parafoudres comportant des résistances de répartition de la tension pouvant être détériorées par un échauffement excessif si la tension appliquée dépasse trop longtemps la tension assignée. Après l'amorçage, la tension d'essai doit être coupée aussi rapidement que possible, de préférence par déclenchement automatique et, dans tous les cas, en moins de 0,5 s. S'il s'avère malaisé de mesurer la tension qui augmente rapidement au moyen d'un appareil du type indicateur, il y a lieu d'utiliser un enregistreur à grande vitesse ou un oscillographe. Il est recommandé de consulter le constructeur au sujet des conditions d'essai admissibles.

La charge imposée au circuit d'essai par un parafoudre comportant des résistances variables à haute conductivité pour la répartition de la tension donne lieu à des harmoniques et le circuit d'essai doit avoir une impédance suffisamment basse pour maintenir à l'intérieur des limites spécifiées dans l'édition en vigueur de la CEI 60060 la forme d'onde de la tension appliquée aux bornes de l'appareil en essai.

La tension doit être appliquée au moins cinq fois avec un intervalle d'environ 10 s entre deux applications successives.

La valeur moyenne des amorçages obtenus au cours des cinq essais est adoptée comme tension d'amorçage à fréquence industrielle en vue de comparer les essais effectués avant et après d'autres essais de type.

8.3 Essais d'amorçage sous choc de tension

8.3.1 Généralités

Ces essais doivent être effectués conformément à 7.1 et 8.1 sur les mêmes échantillons de parafoudres complets que ceux utilisés pour les essais d'amorçage à fréquence industrielle décrits en 8.2. Pour les parafoudres d'autres tensions assignées mais de même construction comme indiqué en 8.1 et dans la limite ±25 % (ou de 6 kV, la plus élevée de ces valeurs étant à retenir) de la tension assignée de l'échantillon en essai, les valeurs des tensions d'amorçage et les courbes tensions/temps peuvent être déterminées en admettant que les tensions sont proportionnelles aux tensions assignées.

8.3.2 Essai d'amorçage au choc de foudre normal

Le parafoudre étant en circuit, on détermine le réglage du générateur donnant un choc de tension de forme 1,2/50 et de valeur de crête égale à la valeur spécifiée au tableau 8. Avec ce réglage, on applique au parafoudre cinq chocs positifs et cinq chocs négatifs qui doivent tous provoquer l'amorçage de ses éclateurs séries. Si, dans une des séries de cinq chocs et pour un seul choc, les éclateurs n'amorcent pas, on applique une série supplémentaire de dix chocs de la même polarité et, pour ces derniers, les éclateurs doivent amorcer chaque fois.

L'intervalle de temps entre l'origine de l'onde et l'instant de l'amorçage n'entre pas en considération pour cet essai.

Les tolérances de réglage de l'appareillage d'essai doivent être telles que les valeurs mesurées soient comprises dans les limites ci-dessous:

a) de 97 % à 100 % pour les valeurs de crête spécifiées;

b) de 0,85 µs à 1,6 µs pour la durée conventionnelle du front;

c) de 40 µs à 60 µs pour la durée du choc jusqu'à la mi-valeur sur la queue.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ratings. The voltage applied to the arrester shall be switched on at a value low enough to avoid sparkover of the arrester by the resulting switching surge and raised rapidly at a uniform rate until sparkover of the series gap occurs. The time during which the voltage may exceed the rated voltage of the arrester shall be in the range of 2 s to 5 s when testing arresters using grading resistors which may be damaged by overheating if the applied voltage exceeds the rated voltage for too long. After sparkover, the test voltage shall be switched off as rapidly as possible, preferably by automatic tripping and in any case within 0,5 s. If it is difficult to measure the rapidly increasing voltage with an indicating type of instrument, a high speed recorder or an oscillograph shall be used. It is recommended that the manufacturer be consulted about the permissible test procedure.

The load imposed on the testing circuit by a surge arrester having non-linear grading resistors of high conductivity gives rise to harmonics, and the test-circuit must have a sufficiently low impedance to maintain the waveform of the voltage across the specimen within the limits specified in the current edition of IEC 60060.

The voltage shall be applied not less than five times, with an interval of about 10 s between successive applications.

The average sparkover value of the five tests is adopted as the power-frequency sparkover voltage for purposes of a comparison of tests made before and after other type tests.

8.3 Voltage impulse sparkover tests

8.3.1 General

These tests shall be made in accordance with 7.1 and 8.1 on the same test samples of complete arresters used for the power-frequency sparkover tests described in 8.2. Sparkover values and voltage/time curves for other voltage ratings of the same design as defined in 8.1 within ±25 % (or 6 kV, whichever is greater) of a test sample rating can be determined by adjusting the voltage level in proportion to the voltage ratings.

8.3.2 Standard lightning impulse sparkover test

With the test sample arrester in the circuit, the impulse generator is adjusted to give a 1,2/50 voltage waveshape and the peak value specified in table 8. With this adjustment, five positive and five negative impulses shall be applied to the test sample and the series gaps of the arrester shall spark over on every impulse. If in either series of five impulses, the gaps fail to spark over once only, an additional ten impulses of that polarity shall be applied and the gaps must spark over on all of these impulses.

The time interval between the start of the wave and the instant of sparkover is immaterial in this test.

The tolerances on the adjustment of the testing equipment shall be such that the measured values lie within the following limits:

a) between 97 % and 100 % for the specified peak values;

b) from 0,85 μs to 1,6 μs for the virtual duration of the wavefront;

c) from 40 μs to 60 μs for the time to half value on the wavetail.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les oscillations sur la première partie du front (au-dessous de 50 %) ne doivent pas dépasser 10 % de la valeur de crête. De petites oscillations, au voisinage de la crête du choc sont tolérées, pourvu que leur amplitude n'excède pas 5 % de la valeur de crête. La mesure doit être effectuée sur la crête des oscillations.

8.3.3 Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de foudre

Cet essai doit être effectué en utilisant des chocs dont la polarité provoque la tension d'amorçage la plus élevée. On obtient les données nécessaires pour tracer la courbe en appliquant des chocs de tension 1,2/50 d'amplitude progressivement croissante, par paliers, en commençant à une tension inférieure à l'amorçage du parafoudre et en accroissant la tension de charge du générateur (et ainsi la valeur de crête présumée de la tension) jusqu'à ce que la raideur conventionnelle du front soit égale à la valeur spécifiée dans le tableau 8. En variante, pour des durées jusqu'à l'amorçage inférieures à 1,2 µs, les données peuvent être obtenues en réduisant la durée conventionnelle du front du choc. Pour des durées jusqu'à l'amorçage inférieures à 1,2 µs, le choc appliqué doit augmenter à peu près uniformément jusqu'à l'amorçage du parafoudre.

Pour chaque amorçage, on portera la tension la plus élevée atteinte avant l'amorçage en fonction du temps jusqu'à l'amorçage mesuré à partir de l'origine conventionnelle. On doit obtenir suffisamment de points pour pouvoir définir nettement la courbe qui correspondra aux valeurs maximales des tensions d'amorçage.

8.3.4 Détermination de la tension d'amorçage au choc sur front

En utilisant un choc de tension dont la raideur conventionnelle du front est égale à celle qui est spécifiée dans le tableau 8, on applique cinq chocs positifs et cinq chocs négatifs au parafoudre, et la tension d'amorçage est déterminée d'après les oscillogrammes tension/temps pris à chaque essai. En aucun cas, la tension d'amorçage ne doit dépasser la valeur indiquée au tableau 8 dans la colonne appropriée.

On peut utiliser le point d'intersection de la courbe faisant l'objet de la spécification du 8.3.3 avec la droite représentant la raideur conventionnelle du front spécifiée dans le tableau 8, pour déterminer la tension maximale d'amorçage sur front du parafoudre soumis aux essais, en vue de comparer cette tension à la valeur maximale admissible indiquée au tableau 8; il faut alors qu'au moins cinq résultats expérimentaux d'amorçage en choc positif et cinq résultats en choc négatif aient été obtenus dans une zone de ±0,1 µs entourant la droite correspondant à la raideur prescrite. La figure 1 illustre cette détermination.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Oscillations on the first part of the wavefront (below 50 %) shall not exceed 10 % of the peak value. Small oscillations near the peak of the impulse are permissible provided that their amplitude is less than 5 % of the peak value. Measurement shall be made at the peak of the oscillations.

8.3.3 Lightning impulse sparkover-voltage/time curve test

This test shall be made using positive or negative impulses, whichever result in the higher sparkover voltages. Data for plotting the curve are obtained by applying 1,2/50 voltage impulses of successively increasing amplitudes in steps beginning at a voltage below arrester sparkover and increasing the generator charging voltage (and thus the prospective peak voltage) until the virtual steepness of the front of the impulse equals that specified in table 8. Alternatively, for times to sparkover of less than 1,2 μs, the data may be obtained by reducing the virtual front time of the impulse. For times to sparkover of less than 1,2 μs, the test impulse shall have a substantially uniform rate of rise to arrester sparkover.

For each sparkover, the highest voltage attained before sparkover shall be plotted against the time to sparkover measured from virtual origin. Enough data points shall be obtained to define clearly the curve which should be drawn through the maximum sparkover values.

8.3.4 Front-of-wave impulse sparkover test

Using a voltage impulse with a virtual steepness of front equal to that specified in table 8, five positive and five negative impulses shall be applied to the arrester and the sparkover voltage is determined from voltage-time oscillograms made during each test. On none of the impulses shall the sparkover voltage exceed the value given in the appropriate column of table 8.

It is permissible to use the point of intersection of the curve specified in 8.3.3 with a line representing the virtual steepness of front specified in table 8 for determining the maximum front-of-wave sparkover voltage of the test sample arrester for comparison with the maximum permissible value given in table 8 provided there are at least five positive and five negative sparkover test points within ±0,1 μs of the line representing the prescribed steepness. This is illustrated in figure 1.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

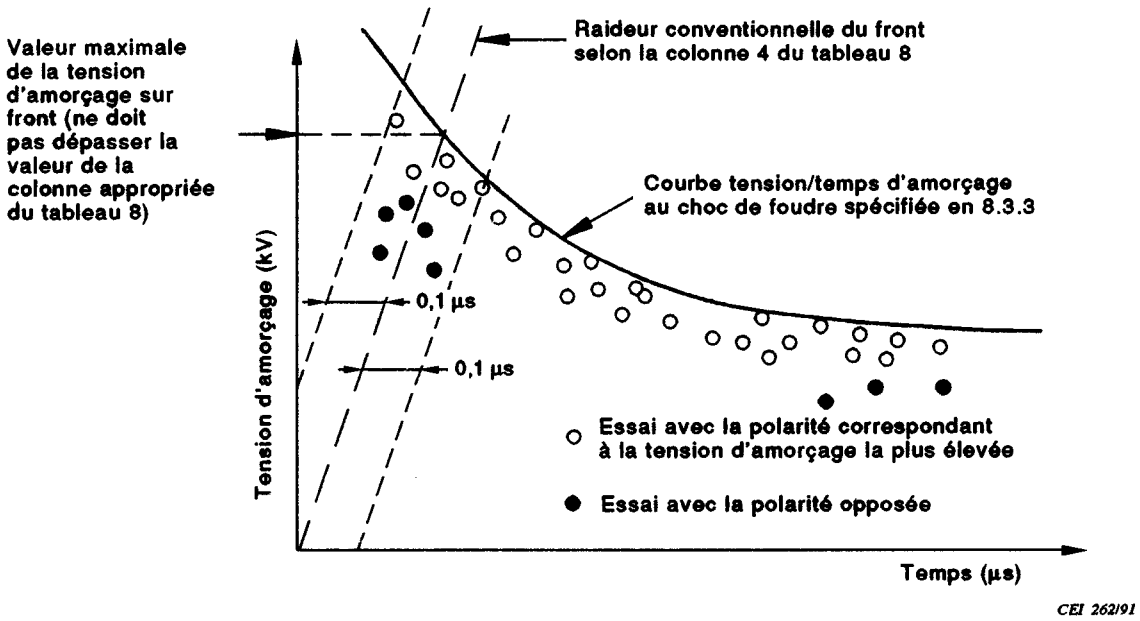

Figure 1 – Détermination de la tension d'amorçage sur front

8.3.5 Essai en vue de déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre

Cet essai n'est applicable qu'aux parafoudres 10 000 A pour service intensif et pour service non intensif, de tension assignée supérieure à 100 kV. Il est destiné à faire connaître les caractéristiques d'amorçage aux surtensions de manoeuvres. Des valeurs maximales sont spécifiées uniquement pour les parafoudres à service intensif de tension assignée supérieure à 200 kV. Pour ces parafoudres, les valeurs sont données dans le tableau 8 (colonne 7).

Les essais d'amorçage doivent être effectués en utilisant différents chocs de tension ayant des durées conventionnelles de front de:

a) de 30 µs à 60 µs;

b) de 150 µs à 300 µs;

c) de 1 000 µs à 2 000 µs.

Il est recommandé que la durée jusqu'à la mi-valeur sur la queue soit sensiblement supérieure au double de la durée du front, mais la valeur exacte est de peu d'importance.

On détermine d'abord pour chaque forme d'onde et pour les deux polarités la tension 50 % d'amorçage ($U_{50\ \%}$), en appliquant un choc dont la valeur de crête est bien inférieure à la valeur probable de la tension 50 % d'amorçage du parafoudre en essai, puis en élevant la tension de charge du générateur de choc par paliers d'environ 5 % jusqu'à provoquer l'amorçage. Cet amorçage constitue le premier de cinq chocs dont on enregistre les valeurs les plus élevées de la tension. On applique les quatre chocs suivants en diminuant la tension de charge du générateur (et ainsi la valeur de crête présumée) d'environ 5 % chaque fois que le parafoudre amorce et en élevant cette tension d'environ 5 % chaque fois que le parafoudre n'amorce pas. On détermine la tension $U_{50\ \%}$ comme la moyenne des valeurs les plus élevées de la tension enregistrées au cours de chacun des cinq essais. On applique alors à l'appareil en essai dix chocs supplémentaires après avoir accru la tension de charge du générateur de façon à obtenir une valeur de crête présumée supérieur d'environ 40 % à $U_{50\ \%}$.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

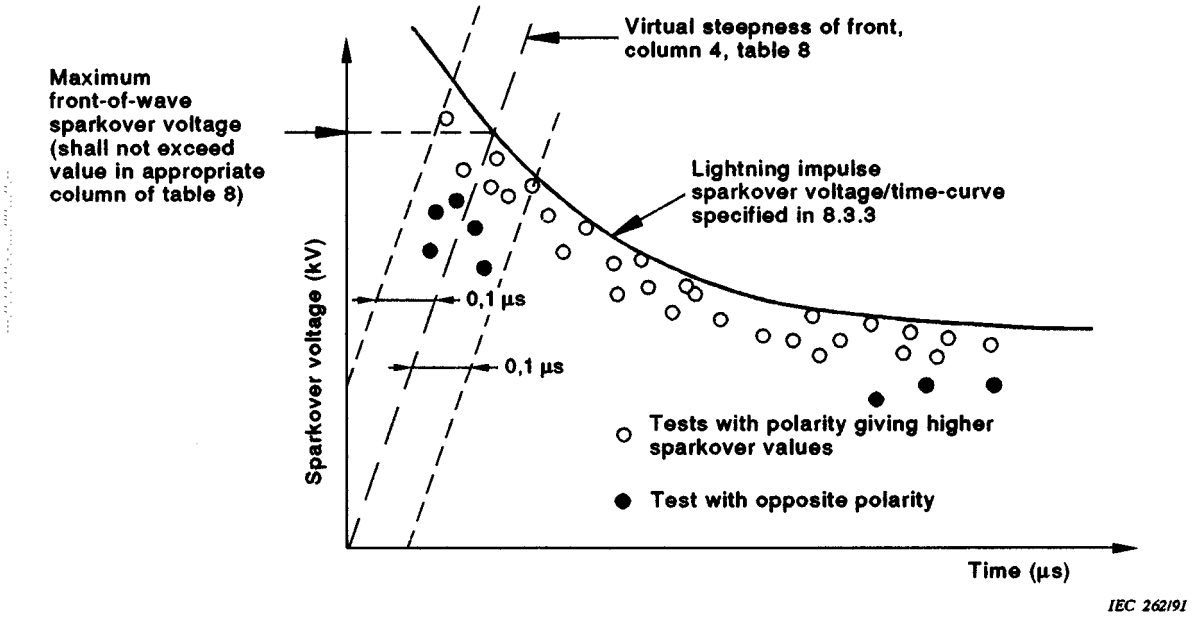

Figure 1 – Front-of-wave voltage sparkover test

8.3.5 Switching impulse sparkover-voltage/time curve test

This test is applicable only to 10 000 A light and heavy duty arresters having a rated voltage above 100 kV, and is intended to demonstrate the sparkover characteristics on switching surges. There are limits only for heavy-duty arresters with rated voltages above 200 kV. For these arresters the limits are given in table 8 (column 7).

Sparkover tests shall be made using different voltage impulse waveshapes with virtual front times between:

a) 30 µs and 60 µs;

b) 150 µs and 300 µs;

c) 1 000 µs and 2 000 µs.

The time to half value on the tail should be appreciably longer than twice the front time but the exact value is not of critical importance.

For each waveshape and for both polarities, the 50 % sparkover voltage ($U_{50\,\%}$) is first determined by applying an impulse having a peak voltage well below the expected 50 % sparkover voltage of the test sample arrester and raising the impulse generator charging voltage in approximately 5 % steps until sparkover occurs. This sparkover shall constitute the first of five impulses whose highest voltage values are recorded. The remainder of the series of five impulses are applied, decreasing the generator charging voltage (and thus the prospective peak voltage) by about 5 % each time the arrester sparks over, and increasing it by about 5 % each time the arrester does not spark over. $U_{50\,\%}$ is calculated as the average of the highest values of voltage recorded in each of the five tests. Ten more impulses are then applied to the test sample with the impulse generator charging voltage increased so as to give a prospective peak voltage about 40 % higher than $U_{50\,\%}$.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Les résultats correspondant à tous les amorçages obtenus pendant la série d'essai permettant la détermination de $U_{50\ \%}$ ainsi que pendant la série ultérieure à 1,4 ($U_{50\ \%}$) sont utilisés pour déterminer la courbe tension/temps d'amorçage au choc de manoeuvre. Pour chaque essai au cours duquel se produit un amorçage, on trace le point correspondant à la plus haute tension atteinte avant l'amorçage et à la durée entre l'origine réelle et l'amorçage. La courbe tension/temps d'amorçage est une courbe lissée passant par les valeurs maximales de la tension enregistrée pour les deux polarités et prolongeant la courbe tension/temps d'amorçage au choc de foudre normal obtenue conformément à 8.3.3. Il est recommandé d'utiliser du papier graphique avec échelle verticale linéaire pour la tension et échelle horizontale logarithmique pour le temps.

8.4 Mesure de la tension résiduelle

L'essai doit être effectué conformément à 7.1 et 8.1 sur trois échantillons de parafoudres complets ou de fractions de parafoudre. Les échantillons peuvent être les mêmes que ceux utilisés pour les essais de 8.2 et 8.3 si on le désire. La tension assignée de ces échantillons doit être au moins égale à 3 kV (sauf si la tension assignée du parafoudre est inférieure à cette valeur), mais sans dépasser nécessairement 12 kV.

Lorsque l'essai est effectué sur une fraction de parafoudre, la tension résiduelle du parafoudre complet est déterminée comme le produit de la valeur mesurée par le rapport de la tension assignée du parafoudre complet à la tension assignée de la fraction.

8.4.1 Tension résiduelle en choc de foudre

L'essai doit être effectué avec un choc de courant de forme 8/20; les tolérances de réglage doivent être telles que l'on mesure des valeurs de 7 µs à 9 µs pour le front et de 18 µs à 22 µs pour le temps jusqu'à la mi-valeur sur la queue. On soumet chacun des échantillons à au moins quatre chocs de courant, dont les valeurs de crête seront approximativement les suivantes: 0,25 – 0,5 – 1 et 2 fois le courant nominal de décharge du parafoudre. Le temps séparant les décharges doit être suffisant pour permettre à l'échantillon de revenir à une température approximativement égale à la température ambiante.

En traçant l'enveloppe supérieure des résultats d'essais, on obtient une courbe de la tension résiduelle en fonction du courant de décharge. Cette courbe permet de déterminer la valeur de la tension résiduelle correspondant au courant nominal de décharge du parafoudre. Le meilleur moyen pour obtenir cette valeur est d'effectuer des essais à environ 0,8, 1,0 et 1,2 fois le courant nominal de décharge. Le but de l'essai à 0,25 fois le courant nominal, proposé ci-dessus, est de permettre l'essai de réception sur le parafoudre complet comme spécifié en 6.2.

8.4.2 Tension résiduelle en choc de manoeuvre

L'essai est effectué sur des modèles représentatifs de la production pour chaque conception suffisamment différente des parafoudres 10 kA à service intensif ou non intensif et 5 kA, série A, dont la tension nominale est supérieure à 100 kV.

Les résultats d'essais obtenus par le constructeur conformément à 8.4.2.3 doivent permettre de déterminer la valeur maximale de la tension résiduelle en choc de manoeuvre ou prouver que cette valeur maximale ne dépasse pas la valeur limite spécifiée.

La tension assignée des échantillons essayés doit être au moins égale à 3 kV, mais sans dépasser nécessairement 6 kV. Des essais peuvent être répétés sur un même échantillon à condition que le système de répartition de tension n'ait pas été endommagé par l'essai précédent. L'échantillon essayé doit être à la température ambiante avant chaque mesure.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Data for all sparkovers occurring in the test series to establish $U_{50\,\%}$ as well as during the subsequent series at 1,4 ($U_{50\,\%}$) is used in plotting the switching impulse sparkover-voltage/time curve. The highest voltage reached before sparkover is plotted against the time from actual zero to sparkover for each test in which sparkover occurs. The sparkover-voltage/time curve is drawn as a smooth curve through the maximum voltage values recorded for both polarities and blending in with the lightning impulse sparkover-voltage/time curve obtained by the procedure given in 8.3.3. It is recommended that coordinate paper with a vertical linear voltage scale and horizontal logarithmic time scale be used.

8.4 Measurement of residual voltage

The test shall be made in accordance with 7.1 and 8.1 on three samples of complete arresters or arrester sections. The samples may be the same as those used for tests of 8.2 and 8.3 if desired. The voltage rating of the test samples shall be at least 3 kV if the rated voltage of the arrester is not less than this, and need not exceed 12 kV.

When the test is performed on a section of an arrester, the residual voltage of the whole arrester is established as the product of the measured value by the ratio of the rated voltage of the whole arrester to the rated voltage of the section.

8.4.1 Lightning impulse residual voltage

An 8/20 current impulse shall be used with limits on the adjustment of the equipment such that the measured values are from 7 µs to 9 µs for the front time and from 18 µs to 22 µs for the time to half value on the tail. At least four current impulses shall be applied to each sample with peak values of approximately 0,25, 0,5, 1 and 2 times the nominal discharge current of the arrester. The time between discharges shall be sufficient to permit the sample to return to approximately ambient temperature.

The maximum envelope of the test points are drawn in a residual-voltage/discharge-current curve. The residual voltage corresponding to the nominal discharge current is read on such a curve. Tests at approximately 0,8, 1,0 and 1,2 times the nominal discharge current provide the best means of evaluating the residual voltage at nominal discharge current. The purpose of the above test level at 0,25 times the nominal current is to accommodate acceptance tests on the complete arrester as provided for in 6.2.

8.4.2 Switching impulse residual voltage

The test is made on representative production specimens for each significantly different design of either 10 kA light or heavy duty, or 5 kA series A arresters having a rated voltage above 100 kV.

The manufacturer's data on tests performed in accordance with 8.4.2.3 shall show the maximum switching impulse residual voltage or shall state that the maximum switching impulse residual voltage does not exceed the specified maximum switching impulse residual voltage.

The voltage rating of the test specimen shall be 3 kV or more but need not exceed 6 kV. Repeated testing of a specimen is permissible provided the voltage-building capability is not degraded by the previous operations. The test specimen shall be at ambient room temperature before each measurement.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.4.2.1 Circuit d'essai

On doit utiliser un générateur à constantes réparties composé de N étages d'inductances séries L_i et de capacités shunt C_i telles que:

L'impédance d'onde du générateur $Z_G = \sqrt{L_i/C_i}$ est comprise entre 0,75 et 1,5 ohm par kilovolt de tension assignée de l'échantillon.

La durée de l'onde de courant $T_D = 2\sum_{i=1}^{i=N}\sqrt{L_i/C_i}$ est supérieure à 2 000 µs.

Le nombre d'étages du générateur doit être égal ou supérieur à 10.

Une inductance L_T, dont la valeur est comprise entre 3 et 3,5 mH par kV de tension assignée de l'échantillon, est connectée en série entre le générateur et l'échantillon

La tension de charge du générateur E_G ramenée à la valeur de crête de la tension assignée de l'échantillon, est égale à la tension U_c du tableau 5.

8.4.2.2 Mesures

On doit mesurer la valeur de crête maximale de la tension résiduelle avec un diviseur de tension à haute impédance après les 100 premières microsecondes de conduction par l'échantillon et noter la tension de charge du générateur.

NOTE La mesure du courant est souhaitable mais n'est pas imposée pour l'interprétation de cet essai. La relation entre les valeurs maximales de la tension résiduelle et du courant de décharge mesurées sur l'échantillon est influencée par le type de circuit et ses constituants aussi bien que par la conception de l'échantillon.

8.4.2.3 Procédure d'essai

La première étape est le repérage de la valeur maximale de la valeur de crête de la tension résiduelle de l'échantillon; celle-ci est mesurée pour différentes valeurs croissantes de la tension de charge du générateur à partir de la valeur de crête de la tension assignée de l'échantillon essayé et par paliers distants d'au plus 0,25 fois cette valeur, jusqu'à une tension ne dépassant pas nécessairement 2,5 fois cette valeur. Deux décharges doivent être appliquées à chaque niveau de tension; l'échantillon doit être changé au moins pour chaque niveau de tension.

Les mesures sont ensuite effectuées sur au moins six autres échantillons neufs auxquels on doit appliquer deux décharges par échantillon pour trois niveaux de charge: deux échantillons seront essayés à une tension de charge du générateur voisine de celle qui produit la plus grande valeur de la tension résiduelle lors de l'essai décrit plus haut et deux échantillons pour chacune des valeurs de charge différant de la précédente de ±25 %.

La tension résiduelle en choc de manoeuvre déterminée grâce à cet essai est la moyenne des trois valeurs les plus élevées mesurées.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.4.2.1 Test circuit

A distributed constant generator shall be used composed of N sections with series inductance L_i and shunt capacitance C_i such as:

Surge impedance of the generator $Z_G = \sqrt{L_i/C_i}$ is between 0,75 and 1,5 ohms per kilovolt of specimen rating.

The time duration $T_D = 2\sum_{i=1}^{i=N}\sqrt{L_i/C_i}$ is greater than 2 000 μs.

The number of generator sections shall be equal to or greater than 10.

Added inductance L_T is connected in series between the generator and the specimen to be 3 to 3,5 mH per kV of specimen rating.

The generator charge voltage E_G in per unit of the test specimen peak voltage rating is equal to U_c of table 5.

8.4.2.2 Measurements

The maximum crest value of specimen residual voltage shall be measured after each initial 100 μs of specimen conduction using a high impedance voltage divider. The generator charging voltage shall be recorded.

NOTE The measurement of current may be desirable but it is not required in the evaluation of this test. The relationship of specimen maximum residual voltage and discharge current is affected by the type and components of the circuit as well as by the design of the specimen.

8.4.2.3 Test procedure

The first operation is to determine the specimen's maximum peak residual voltage. Measurements are made at increasing generator charge voltage from 1,0 per unit of the test specimen peak voltage rating. Increments shall not be greater than 0,25 per unit. The test voltage need not exceed 2,5 per unit. At least one specimen shall be tested within each charge level with two discharges at each level.

Measurements are then made on at least six additional new specimens. These shall be tested with two discharges applied to each specimen for three charge levels: two specimens at approximately the generator charge voltage that produced the maximum residual voltage as explained above and two each within ±0,25 per unit ranges of this generator charging voltage.

The switching impulse residual voltage as determined by this test is the average of the three highest values measured.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.5 Essais de tenue aux chocs de courant

8.5.1 Généralités

Chacun de ces essais doit être effectué, conformément à 7.1 et 8.1, sur trois échantillons neufs de parafoudres complets, de fractions de parafoudres ou (lorsque cela est spécifié en 8.5.3.3), seulement sur des éléments de résistances variables n'ayant subi aucun essai antérieurement à l'exception de ceux spécifiés pour des mesures préliminaires. La tension assignée de ces échantillons doit être au moins égale à 3 kV sans dépasser nécessairement 6 kV. Si le parafoudre considéré comporte par construction un dispositif de déconnexion, ces essais doivent être effectués avec le dispositif de déconnexion en état de fonctionnement.

8.5.2 Essais aux chocs de courant de grande amplitude

Avant les essais, on mesure sur chaque échantillon essayé la valeur moyenne de la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec, conformément à 8.2.

L'essai comporte l'application à chaque échantillon de deux chocs de courant de forme 4/10 dont les valeurs de crête sont indiquées dans le tableau 4.

Tableau 4 – Essai au choc de courant de grande amplitude

Classe de parafoudre (courant nominal de décharge) A		**Valeur de crête du choc de courant de grande amplitude** kA
10 000	service non intensif et service intensif	100
5 000	séries A et B	65
2 500		25
1 500		10

Entre les applications des chocs, on doit laisser les échantillons se refroidir jusqu'au voisinage de la température ambiante. On doit enregistrer simultanément la tension et le courant à chaque choc et les enregistrements de tension effectués sur le même échantillon ne doivent pas faire apparaître de différence importante. Les tolérances admises sur le réglage de l'appareillage d'essai doivent être telles que les caractéristiques mesurées des chocs de courant soient comprises entre les limites suivantes

a) valeur de crête comprise entre 90 % et 110 % de la valeur spécifiée;

b) durée conventionnelle du front comprise entre 3,5 µs et 4,5 µs;

c) durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue comprise entre 9 µs et 11 µs;

d) la valeur de crête de toute onde de courant de polarité opposée doit être inférieure à 20 % de la valeur de crête du courant;

e) de petites oscillations de l'onde sont tolérées, pourvu que leur amplitude au voisinage de la crête du choc n'excède pas 5 % de la valeur de crête. Dans ces conditions et en vue des mesures, une courbe moyenne doit être acceptée pour la détermination de la valeur de crête.

A la suite du second choc de courant de grande amplitude et après refroidissement de l'échantillon de parafoudre en essai à une température voisine de la température ambiante, on recommence les essais d'amorçage à fréquence industrielle effectués avant l'essai aux chocs de courant de grande amplitude, afin de comparer ces valeurs.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.5 Current impulse withstand tests

8.5.1 General

Each of these tests shall be made in accordance with 7.1 and 8.1 on three new samples of complete arresters, arrester sections, or (where specified in 8.5.3.3) non-linear resistor elements only which have not been subjected previously to any tests except those specified for evaluation purposes. The rated voltage of the test samples shall be at least 3 kV and need not exceed 6 kV. If an arrester disconnector is built into the design of the arrester under consideration, these tests shall be made with the disconnector in operable condition.

8.5.2 High-current impulse test

Before the tests, the average dry power-frequency sparkover voltage is determined for each test sample as specified in 8.2.

The test consists of the application to each sample of two 4/10 current impulses with peak values as shown in table 4.

Table 4 – High-current impulse test

Arrester class (nominal discharge current) A		**Peak value of high-current impulse** kA
10 000	light and heavy duty	100
5 000	series A and B	65
2 500		25
1 500		10

The samples shall be permitted to cool between impulses to approximately ambient temperature. Both voltage and current shall be measured on each impulse and the voltage records on the same sample shall show no significant difference. The tolerances on the adjustment of the equipment shall be such that the measured values of the current impulses are within the following limits:

a) from 90 % to 110 % of the specified peak value;

b) from 3,5 μs to 4,5 μs for virtual front time;

c) from 9 μs to 11 μs for virtual time to half value on the tail;

d) the peak value of any opposite polarity current wave shall be less than 20 % of the peak value of the current;

e) small oscillations on the impulse are permissible provided their amplitude in the neighbourhood of the peak of the impulse is less than 5 % of the peak value. Under these conditions, for the purpose of measurement, a mean curve shall be accepted for determination of the peak value.

Following the second high-current impulse and after the test sample arrester has cooled to near ambient temperature, the power-frequency sparkover tests which were made before the high-current test are repeated for comparison.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.5.3 Essais aux chocs de courant de longue durée

8.5.3.1 Généralités

Avant l'essai aux chocs de courant de longue durée, on mesure sur chaque échantillon en essai la valeur moyenne de la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec (sauf si on utilise seulement des résistances variables, comme il est spécifié en 8.5.3.3) et la tension résiduelle au courant nominal de décharge, conformément à 8.2 et 8.4 respectivement.

Tous les essais sont effectués avec un générateur à constantes réparties dont l'annexe D décrit le principe général. Il n'est pas nécessaire que les éléments du circuit du générateur aient des valeurs identiques dans tous les étages du générateur. Si on utilise un générateur de choc auxiliaire pour provoquer la décharge du générateur à constantes réparties, l'énergie emmagasinée dans le premier ne doit pas dépasser 0,5 % de l'énergie emmagasinée dans le second.

Chaque essai aux chocs de courant de longue durée comporte l'application de 20 décharges réparties en quatre séries de cinq décharges. Les intervalles entre les décharges doivent être de 50 s à 60 s et les intervalles entre les séries doivent être de 25 min à 30 min. Des enregistrements oscillographiques de la tension aux bornes de l'échantillon en essai et du courant qui le traverse doivent être effectués au cours de la première et de la vingtième décharge de chaque essai.

A la suite de l'essai aux chocs de courant de longue durée, et après refroidissement de l'échantillon en essai à une température voisine de la température ambiante, on recommence les essais d'amorçage à fréquence industrielle et la détermination de la tension résiduelle qui ont été effectués avant l'essai aux chocs de courant de longue durée, afin de comparer ces valeurs.

8.5.3.2 Parafoudres 10 000 A à service intensif

Les parafoudres de cette classe peuvent comporter des éclateurs limiteurs de courant qui ne permettent pas de maintenir un choc de courant rectangulaire complet. Il en résulte que les caractéristiques du générateur telles que le nombre d'étages, les capacités et inductances des éléments du générateur ainsi que les pertes doivent répondre à certaines prescriptions. La vérification de ces caractéristiques doit être effectuée au moyen du processus d'étalonnage qui suit avant de procéder aux essais aux chocs de courant de longue durée sur les parafoudres ou fractions servant d'échantillons.

Le générateur est chargé à une tension convenable U_d, au moins égale à 50 % de la tension de charge spécifique U_c, et ensuite déchargé dans une résistance de charge de faible inductance et dont la valeur ohmique R est approximativement égale à R_1. Les valeurs de U_c et de R_1 figurent dans le tableau 5 pour cinq classes différentes de parafoudres correspondant à différents niveaux de résistance aux décharges.

Tableau 5 – Paramètres pour l'essai aux chocs de courant de longue durée sur les parafoudres 10 000 A à service intensif

Classe de décharge de longue durée	Valeurs de la résistance de charge R_1 Ω	Durée conventionnelle de la crête µs	Tension de charge U_c kV (courant continu)
1	3,3 U_r*	2 000	3,0 U_r*
2	1,8 U_r	2 000	2,6 U_r
3	1,2 U_r	2 400	2,6 U_r
4	0,8 U_r	2 800	2,4 U_r
5	0,5 U_r	3 200	2,2 U_r

* U_r = tension assignée de l'échantillon essayé, en kilovolts.

NOTE Les classes 1 à 5 du tableau ci-dessus correspondent à des tensions croissantes et à des niveaux croissants de résistance aux décharges. Le choix de la classe de décharge appropriée est fonction des exigences du réseau et fait l'objet de l'annexe C.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.5.3 Long-duration current impulse test

8.5.3.1 General

Before the long-duration current impulse test, the average dry power-frequency sparkover voltage (except where only non-linear resistors are used as specified in 8.5.3.3) and the residual voltage at nominal discharge current of each test sample are determined as specified in clauses 8.2 and 8.4 respectively.

All tests are performed with a generator of the distributed-constant type, the general principle of which is described in annex D. The circuit elements of the generator need not necessarily have identical values throughout all sections. If an auxiliary impulse generator is used to initiate the discharge of the distributed-constant generator, the stored energy of the former shall not exceed 0,5 % of the stored energy of the latter.

Each long-duration current impulse test consists of 20 discharge operations divided into four groups of five operations. Intervals between operations shall be 50 s to 60 s, and intervals between groups shall be 25 min to 30 min. Oscillographic records of the voltage across and current through the test sample shall be made on the first and twentieth operations of each test sequence.

Following the long-duration current impulse test and after the test sample has cooled to near ambient temperature, the power-frequency sparkover tests and the residual voltage tests which were made before the long-duration current impulse test are repeated for comparison.

8.5.3.2 Heavy-duty 10 000 A arresters

Arresters of this class may be fitted with current limiting gaps which do not permit the full rectangular current impulse to be maintained. Therefore, the characteristics of the generator, such as the number of sections, the capacitances and inductances of the generator elements, and the losses shall fulfil certain requirements and this shall be demonstrated by the following calibration procedure before the long-duration current impulse test on the sample arresters or sections.

The generator is charged to a suitable voltage, U_d, not less than 50 % of the specified charging voltage, U_c, and thereafter discharged through a low-inductance load resistor with a resistance, R, approximately equal to R_1. The values of U_c and R_1 are given in table 5 for five different arrester classes based on different discharge withstand capabilities.

Table 5 – Parameters for the long-duration current impulse test on heavy-duty 10 000 A arresters

Long-duration discharge class	Low-resistor value R_1 Ω	Virtual duration of peak μs	Charging voltage U_c kV (courant continu)
1	3,3 U_r*	2 000	3,0 U_r*
2	1,8 U_r	2 000	2,6 U_r
3	1,2 U_r	2 400	2,6 U_r
4	0,8 U_r	2 800	2,4 U_r
5	0,5 U_r	3 200	2,2 U_r

* U_r = rated voltage of the test sample, in kilovolts.

NOTE The classes 1 to 5 of the above table correspond to increasing voltages and increasing discharge requirements. The selection of the appropriate discharge class is based on system requirements and is dealt with in Annex C.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

On considère que les caractéristiques du générateur conviennent si la valeur de crête du courant de décharge I_d est telle que le rapport:

$$k = \frac{U_d}{2 \times I_d \times R}$$

est compris entre 0,95 et 1,05. On exprime respectivement U_d en kilovolts, I_d en kiloampères et R en ohms. Le choc de courant doit être pratiquement rectangulaire, c'est-à-dire qu'il doit répondre aux prescriptions suivantes:

a) La durée conventionnelle de la crête doit être comprise entre 100 % et 120 % de la valeur spécifiée au tableau 5.

b) La durée conventionnelle totale du choc ne doit pas dépasser 150 % de la durée conventionnelle de la crête.

c) Les oscillations ou le décrochement initial ne doivent pas dépasser 10 % de la valeur de crête du courant. S'il existe des oscillations, on doit déterminer la valeur de crête en traçant une courbe moyenne.

d) Si l'onde de courant est suivie d'une brève impulsion de polarité opposée, la valeur de crête de cette dernière ne doit pas dépasser 10 % de la valeur de crête de la première.

Après achèvement du processus d'étalonnage précédent, on effectue l'essai aux chocs de courant de longue durée sur le parafoudre échantillon en disposant ce dernier à la place de la résistance de charge et en augmentant la tension de charge jusqu'à U_c, si la valeur de k ne dépasse pas 1,0 ou jusqu'à kU_c, si k dépasse 1,0.

NOTE 1 Les limites admises pour la valeur de k comprennent des tolérances de fabrication de la résistance de charge et l'écart entre l'impédance réelle du générateur et sa valeur théorique, c'est-à-dire R_1.

NOTE 2 Le faible accroissement prévu de la tension de charge a pour but de faire coïncider le courant présumé avec la valeur prescrite lorsque la somme de la valeur ohmique de la résistance de charge et de l'impédance du générateur dépasse 2 R_1.

NOTE 3 La valeur ohmique de la résistance de charge doit être approximativement égale à l'impédance d'onde du générateur en vue d'obtenir l'onde de courant spécifiée pratiquement rectangulaire et de s'assurer que le courant inverse, s'il existe, ne dépasse pas la limite spécifiée de 10 % du choc de courant principal.

8.5.3.3 Parafoudres 10 000 A à service non intensif, 5 000 A et 2 500 A

L'essai au choc de courant de longue durée est effectué seulement sur les résistances variables. Aucune vérification préliminaire du réglage du générateur n'est nécessaire.

Les résistances variables de l'échantillon en essai sont mises en parallèle ou en série parallèle avec d'autres résistances (linéaires ou variables) et soumises au nombre spécifié de décharges du générateur. On choisira le nombre et la résistance des résistances additionnelles ainsi que la tension de charge de telle façon que l'onde de courant traversant l'échantillon en essai ait la forme pratiquement rectangulaire définie en 8.5.3.2, et une durée conventionnelle de la crête ainsi qu'une valeur de crête du courant au moins égales à celles spécifiées au tableau 6.

Tableau 6 – Prescriptions pour l'essai aux chocs de courant de longue durée sur les parafoudres 10 000 A à service non intensif, 5 000 A et 2 500 A

Classe de parafoudre		Valeur de crête du courant	Durée conventionnelle de la crête
A		A	µs
10 000	service non intensif	150	2 000
5 000	séries A ou B	75	1 000
2 500		50	500

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The characteristics of the generator are considered correct if the peak value of the discharge current, I_d, is such that the value of the expression:

$$k = \frac{U_d}{2 \times I_d \times R}$$

lies between 0,95 and 1,05, U_d being expressed in kilovolts, I_d in kiloamperes and R in ohms, respectively. The current impulse shall be substantially rectangular, i.e. it shall fulfil the following requirements:

a) The virtual duration of the peak shall lie between 100 % and 120 % of the value specified in Table 5.

b) The virtual total duration shall not exceed 150 % of the virtual duration of the peak.

c) Oscillations or initial overshoot shall not exceed 10 % of the peak current value. If oscillations occur, a mean curve shall be drawn for the determination of the peak value.

d) If the current pulse is followed by a short pulse of opposite polarity, the peak value of the latter shall not exceed 10 % of the peak value of the former.

For the long-duration current impulse test on the sample arrester after completion of the foregoing calibration procedure, the load resistor is replaced by the test sample and the charging voltage is increased to U_c, if the value of k does not exceed 1,0 or kU_c, if k exceeds 1,0.

NOTE 1 The variation range permitted for the value of k is intended to include the manufacturing tolerances for the load resistor, and the deviation of the generator impedance from its ideal value, i.e. equal to R_1.

NOTE 2 The prescribed small increase in charging voltage is intended to restore the prospective current to the required value when the sum of the load resistor value and the generator impedance exceeds 2 R_1.

NOTE 3 The load resistor value and the generator surge impedance will have to be approximately equal in order to obtain the specified substantially rectangular current impulse and to ensure that current reversal, if any, remains within the specified limit of 10 % of the main current impulse.

8.5.3.3 10 000 A light-duty, 5 000 A and 2 500 A arresters

The long-duration test is performed on the non-linear resistors only. No demonstration of the generator adjustment is required before the long-duration current impulse test on light-duty arresters.

The non-linear resistors of the test sample are paralleled or series-paralleled with other resistors (linear or non-linear) and subjected to the specified number of discharge operations of the generator. The number and resistance of the added resistors and the charging voltage shall be so chosen that the current impulse through the test sample shall have the substantially rectangular form defined in 8.5.3.2 with values of virtual duration of the peak of the impulse and peak current not less than those specified in table 6.

Table 6 – Requirements for the long-duration current impulse test on 10 000 A light-duty, 5 000 A and 2 500 A arresters

Arrester class A		Peak current A	Virtual duration of peak µs
10 000	light-duty	150	2 000
5 000	series A or B	75	1 000
2 500		50	500

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.6 Essai de fonctionnement

Dans cet essai, on reproduit les conditions de service en appliquant simultanément au parafoudre un nombre fixé de chocs de courant spécifiés et une alimentation à fréquence industrielle de fréquence, tension et impédance spécifiées. L'annexe E décrit un circuit d'essai type qu'on peut utiliser.

L'essai doit être effectué conformément à 7.1, 7.2 et 8.1, sur trois échantillons neufs de parafoudres complets ou de fractions de parafoudre n'ayant subi aucun essai antérieurement sauf ceux spécifiés pour comparaison ultérieure. La tension assignée de ces échantillons doit être au moins égale à 3 kV (sauf si la tension assignée du parafoudre est inférieure à cette valeur) mais sans dépasser nécessairement 12 kV. Si le parafoudre considéré comporte par construction un dispositif de déconnexion, ces essais doivent être effectués avec le dispositif de déconnexion en état de fonctionnement, voir 8.8.

Pour les parafoudres de tension assignée supérieure à 12 kV, il est habituellement nécessaire, en raison des limitations des installations d'essai existantes, d'effectuer cet essai sur une fraction de parafoudre. Il importe que la tension sur les éclateurs de l'échantillon en essai et le courant de suite traversant l'échantillon représentent le mieux possible les conditions prévalant pour le parafoudre complet.

Pour les parafoudres à répartition uniforme de la tension, la tension d'essai à fréquence industrielle à appliquer à la fraction de parafoudre en essai est obtenue en divisant la tension assignée du parafoudre complet par le nombre total, n, de fractions semblables. La répartition de la tension peut être considérée comme uniforme si n fois la tension d'amorçage à fréquence industrielle de la fraction ne dépasse pas 1,2 fois la tension d'amorçage à fréquence industrielle du parafoudre complet.

NOTE L'expérience a montré que la répartition de la tension due au courant de suite est généralement plus uniforme que la répartition de la tension au moment de l'amorçage.

Pour les parafoudres à répartition non uniforme de la tension, la tension d'essai à fréquence industrielle doit être telle que la tension par éclateur dans la fraction de parafoudre essayée corresponde à la plus grande tension par éclateur dans le parafoudre complet. Cette tension d'essai doit faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur. Son choix sera guidé par le rapport entre la tension d'amorçage de la fraction de parafoudre et la tension d'amorçage du parafoudre complet. Afin de conserver la valeur exacte du courant de suite, il est nécessaire que le rapport de la valeur des résistances variables de la fraction à la valeur totale des résistances variables du parafoudre complet soit identique au rapport de la tension d'essai à la tension assignée du parafoudre complet. Afin de remplir cette condition, il peut être nécessaire de choisir une combinaison d'éclateurs et d'éléments de résistance différente de celle qui est normalement employée dans le parafoudre complet. Si les éclateurs n'ont pas tous la même construction, il peut être nécessaire d'essayer plusieurs dispositions, en utilisant pour chaque construction la tension maximale par éclateur.

Avant l'essai de fonctionnement, on mesure sur chaque échantillon, conformément à 8.2 et 8.4 respectivement, la valeur moyenne de la tension d'amorçage à fréquence industrielle à sec et la tension résiduelle au courant nominal de décharge.

L'échantillon, éléments de répartition de la tension compris, est soit assemblé dans une enveloppe de même conception que celle devant être utilisée en service, soit monté dans une enceinte étanche conçue pour reproduire la même capacité calorifique et les mêmes pertes thermiques (en particulier en ce qui concerne le transfert axial de chaleur) que celles qui existeraient à l'intérieur du parafoudre réel. Les détails de la conception de l'enceinte d'essai et des dispositifs de montage et de connexion, ainsi que les résultats d'essais éventuellement réalisés pour démontrer l'équivalence thermique des dispositions d'essai et de service, doivent être fournis.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.6 Operating-duty test

This is a test in which service conditions are simulated by the application to the arrester of a stipulated number of specified current impulses while it is energized by a power supply of specified frequency, voltage, and impedance. Annex E describes a typical test-circuit which may be used.

The test shall be made in accordance with 7.1, 7.2 and 8.1 on three new samples of complete arresters or arrester sections which have not been subjected previously to any tests except those specified for evaluation purposes. The rated voltage of the test samples shall be at least 3 kV if the rated voltage of the arrester is not lower than this, and need not exceed 12 kV. If an arrester disconnector is built into the design of arrester under consideration, these tests shall be made with the disconnector in operable condition, see 8.8.

For arresters rated above 12 kV, it is usually necessary to make this test on an arrester section because of limitations of existing test facilities. It is important that the voltage across the gaps of the test sample and the follow-current through the sample represent as closely as possible the conditions in the complete arrester.

For arresters with uniform voltage distribution, the power-frequency test voltage to be applied to the test arrester section is the rated voltage of the complete arrester divided by the total number, n, of similar arrester sections. The arrester may be considered to have uniform voltage distribution if n times the power-frequency sparkover of the section is not more than 1,2 times the power-frequency sparkover of the complete arrester.

NOTE Experience has shown that the voltage distribution due to the follow-current is generally more uniform than the voltage distribution at the instant of sparkover.

For arresters with non-uniform voltage distribution, the power-frequency test voltage shall be such that the voltage per gap in the sample section corresponds to the highest voltage per gap in the complete arrester. The test voltage shall be agreed to between manufacturer and purchaser. Guidance is given by the ratio of the sparkover voltage of the section to sparkover voltage of the complete arrester. To maintain the correct follow-current value, it is necessary that the ratio of the value of the non-linear resistors of the section to the value of the non-linear resistors of the complete arrester is the same as the ratio of the test voltage to the rated voltage of the complete arrester. To fulfil this condition, it may be necessary to select a combination of gap and resistor elements different from the combination normally used in the complete arrester. If the gaps are not all of the same construction, it may be necessary to test more than one arrangement using the maximum voltage per gap for each construction.

Before the operating-duty test, the average dry power-frequency sparkover voltage and the residual voltage at nominal discharge current of each sample are determined as specified in 8.2 and 8.4 respectively.

The test sample including grading components is either assembled in a housing of the same design as that to be used in service or mounted in a sealed enclosure. The enclosure shall be designed to reproduce the same heat capacity and thermal losses, with special reference to the axial heat transference, as would occur if the actual arrester were tested. Details of the design of the test enclosure, mounting and connection arrangements, together with the results of any tests carried out to demonstrate the thermal equivalence of the tests and service arrangement, shall be given.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Le parafoudre ou la fraction de parafoudre est relié à une source d'énergie dont la fréquence est comprise entre 48 Hz et 62 Hz. L'impédance de la source doit être telle que, pendant le passage du courant de suite, la valeur de crête de la tension alternative mesurée aux bornes du parafoudre ne tombe pas au-dessous de la valeur de crête de la tension assignée de l'appareil essayé; après la coupure de courant de suite, la valeur de crête de la tension ne doit pas dépasser la valeur de crête de la tension assignée de plus de 10 %.

NOTE Cette augmentation n'est autorisée que pour permettre l'emploi d'installations d'essai de puissance raisonnable et ne saurait justifier un dépassement de la tension assignée des parafoudres en service.

Un générateur de choc est relié au parafoudre par un éclateur; il est réglé pour produire un choc de courant 8/20, de valeur de crête égale au courant nominal de décharge du parafoudre. Au premier essai, l'amorçage du générateur doit être déclenché à 60° électriques environ avant que la tension alternative atteigne sa valeur de crête.

Si le courant de suite s'amorce nettement, l'essai est fait avec ce réglage. Si le courant de suite ne s'établit pas nettement pour ce déphasage, l'instant du déclenchement est retardé par échelons de 10° électriques vers la crête de la tension jusqu'à ce que le courant de suite s'amorce régulièrement; l'essai est alors fait avec ce dernier réglage. La polarité du choc provoquant l'amorçage doit être la même que celle de la demi-période de l'onde de tension à fréquence industrielle pendant laquelle le choc se produit. On applique vingt chocs répartis en quatre groupes de cinq chocs. L'intervalle entre les chocs d'un même groupe doit être de 50 s à 60 s. L'intervalle entre les groupes doit être de 25 min à 30 min, de façon à permettre le refroidissement de l'échantillon jusqu'à une température proche de la température ambiante, à moins que des périodes de refroidissement plus longues soient spécifiées par le constructeur avant l'essai. La tension assignée de l'échantillon doit être maintenue sur l'échantillon en essai pendant au moins une période de la tension à fréquence industrielle avant l'application de chaque choc de courant et pendant 10 s à la suite de cet dernier. Ces durées peuvent être augmentées pour permettre de disposer d'un temps suffisant pour la stabilisation de la tension, les mesures et la dispersion des temps de commutation etc. Dans le cas d'un parafoudre présenté par le constructeur comme capable de supporter la tension assignée pendant la durée de l'essai de fonctionnement, l'échantillon essayé doit demeurer soumis à sa tension assignée entre les chocs, entre les groupes de chocs et pendant au moins 10 s après la dernière décharge du dernier groupe.

Dans le cas d'éclateurs à haute tension d'arc (limiteurs de courant), le réglage décrit ci-dessus ne représente pas nécessairement les conditions les plus sévères; il faut, dans ce cas, modifier de façon appropriée l'instant du déclenchement pour obtenir la valeur la plus élevée du courant de suite.

Les tolérances admises sur le réglage de l'appareillage d'essai doivent être telles que les valeurs mesurées des caractéristiques du choc de courant soient comprises entre les limites suivantes:

a) valeur de crête comprise entre 90 % et 110 % de la valeur spécifiée;

b) durée conventionnelle de front comprise entre 7 µs et 9 µs;

c) durée conventionnelle jusqu'à la mi-valeur sur la queue comprise entre 18 µs et 22 µs.

Le courant de suite doit s'établir à chaque application d'un choc et l'échantillon en essai doit couper le courant de suite chaque fois. Des enregistrements durables de la tension à fréquence industrielle et du courant de suite correspondant à chaque décharge de chaque groupe doivent être effectués. Ces oscillogrammes doivent indiquer la tension aux bornes de l'échantillon essayé et le courant qui le traverse pendant la période comprenant un cycle complet de la tension à fréquence industrielle avant l'application du choc et jusqu'à 10 cycles complets après la coupure finale du courant de suite. Cette coupure finale du courant de suite doit se produire au plus tard à la fin de la demi-période suivant celle au cours de laquelle le choc est appliqué. Il ne doit se produire aucun amorçage de l'échantillon essayé pendant l'une des alternances suivant la coupure finale. La valeur de crête et la forme du courant de choc peuvent être déterminées soit pendant l'essai de fonctionnement, soit pendant un essai préalable, sans tension à fréquence industrielle appliquée au parafoudre; on ne doit pas appliquer plus de trois chocs à l'échantillon au cours de cet étalonnage.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The arrester or arrester section is connected across a power supply having a frequency within the range of 48 Hz to 62 Hz. The impedance of the power source shall be such that during the flow of follow-current, the peak value of power-frequency voltage, measured at the arrester terminals, does not fall below the peak value of the rated voltage of the test specimen and after the interruption of follow-current the peak voltage does not exceed the peak value of the rated voltage by more than 10 %.

NOTE This increase is allowed only to permit use of test equipment of reasonable power capacity and should not be taken as justification for exceeding the rated voltage of arresters in service.

An impulse generator is connected across the arrester through a spark-gap and is adjusted to generate an 8/20 current impulse having a peak value equal to the nominal discharge current of the arrester. The first test impulse shall be timed to occur approximately 60° electrical before voltage peak of the power-frequency voltage wave.

If follow-current is established consistently, the test is made with this timing. If follow-current is not established consistently with this timing, the timing is retarded in approximately 10° steps towards voltage peak until follow-current occurs consistently, at which timing the test is made. The polarity of the initiating current shall be the same as that of the half cycle of power-frequency voltage during which it occurs. Twenty impulses are applied in four groups of five impulses. The interval between impulses shall be 50 s to 60 s. The interval between groups shall be 25 min to 30 min to allow the test sample to cool to near ambient temperature unless longer periods are specified by the manufacturer before the test. The rated voltage of the test sample shall be maintained across the test sample for at least one cycle of the power-frequency voltage preceding, and for 10 s following each application of the current impulse. These durations may be increased to allow sufficient time for voltage stabilization, measurement and scatter in switching times, etc. For arresters declared by the manufacturer to be capable of withstanding the rated voltage for the duration of the operating-duty test, the test sample shall remain energized at the rated voltage of the test sample between impulses, between groups of impulses and for at least 10 s following the last discharge of the last group.

In the case of high arc voltage (current-limiting) gaps, the timing described above would not necessarily represent the most onerous condition and an appropriate modification of the timing to obtain the highest value of follow-current shall be made.

The tolerances on the adjustment of the testing equipment for the current impulse shall be such that the measured values are within the following limits:

a) between 90 % and 110 % of the specified peak value;

b) from 7 μs to 9 μs for the virtual front time;

c) from 18 μs to 22 μs for the virtual time to half value of the tail.

Follow-current must be established by each test impulse and the test sample must interrupt the follow-current each time. Permanent oscillograms are required of the power-frequency voltage and follow-current associated with each discharge of each group. These oscillograms shall show the voltage across and the current through the test sample throughout the period from one complete cycle of the power-frequency voltage before application of the impulse to 10 complete cycles after the final interruption of the follow-current. Final interruption of the follow-current shall occur not later than at the end of the half-cycle following that in which the impulse is applied. There shall be no further sparkover of the test sample in any subsequent half-cycle. The peak value and wave shape of the current impulse may be determined either during the operating-duty test or during a preliminary test in which the power-frequency voltage may be switched off; no more than three impulses shall be applied to the test sample during this calibration.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

A la suite de l'essai de fonctionnement, et après refroidissement de l'échantillon en essai jusqu'à une température voisine de la température ambiante, on recommence les mesures de la tension d'amorçage à fréquence industrielle et de la tension résiduelle qui ont été effectuées avant l'essai de fonctionnement, en vue de comparer ces valeurs.

8.7 Essais de court-circuit

8.7.1 Généralités

Les parafoudres pour lesquels le constructeur déclare une tenue aux courants de court-circuit doivent être essayés conformément à cet article. Le but de ces essais est de démontrer qu'une défaillance du parafoudre ne peut provoquer son explosion. Chaque type de parafoudres est essayé à trois valeurs différentes du courant de court-circuit: le courant de court-circuit nominal et deux valeurs réduites de courant de court-circuit. Un autre essai est effectué afin de vérifier les performances du limiteur de pression (lorsque le parafoudre en est muni) ou la tenue du parafoudre pour un courant de défaut de faible amplitude. Si le parafoudre est équipé d'un dispositif alternatif au limiteur de pression, ce dispositif doit être en place lors de l'essai.

La fréquence du courant d'alimentation des essais de court-circuit ne doit pas être inférieure à 48 Hz, ni supérieure à 62 Hz.

De plus, des cycles de réenclenchements peuvent être effectués après accord entre constructeur et acheteur. Pour cet essai spécifique, les conditions et les critères d'acceptation doivent faire l'objet d'un accord entre constructeur et acheteur.

8.7.2 Préparation des échantillons en essai

Pour les essais à courants forts, les échantillons en essai doivent correspondre à l'élément le plus long avec la tension assignée la plus élevée pour chaque type différent de parafoudres. Pour l'essai à courant de faible amplitude, l'échantillon en essai peut être un élément de longueur quelconque pour chaque type différent. Cet échantillon doit avoir la tension assignée la plus élevée associée à la longueur testée. Les échantillons doivent être équipés d'un fil fusible pour obtenir le courant de court-circuit requis.

Le fil fusible externe doit être placé le long de la partie active (résistances non linéaires et éclateurs) à l'intérieur de l'enveloppe du parafoudre, de façon que l'ensemble de la partie active soit court-circuitée. Si l'espace entre partie active et enveloppe est rempli d'une combinaison de matériau solide et d'un canal gazeux ou liquide, le fil fusible doit se situer le plus loin possible de ce canal. La figure 2 montre quelques exemples de disposition du fil fusible. La position réelle du fil fusible doit être notée lors de l'essai.

Le matériau et la taille du fil fusible doivent être choisis de manière à ce que le fil fonde dans les 30 premiers degrés électriques après le début du passage du courant d'essai.

Conformément au tableau 9, un total de quatre échantillons est nécessaire à la réalisation des essais: un pour l'essai au courant nominal, un pour l'essai à chacune des valeurs réduites et un pour l'essai à courant de faible amplitude.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Following the operating-duty test and after the test sample has cooled to near ambient temperature, the measurement of the power-frequency sparkover and the residual voltage, which were made before the operating-duty test, are repeated for comparison.

8.7 Short-circuit tests

8.7.1 General

Arresters, for which a short-circuit withstand is claimed by the manufacturer, shall be tested in accordance with this subclause. The test is made to show that an arrester failure is not likely to cause an explosive failure. Each arrester type is tested at three different values of short-circuit currents; the rated short-circuit current and two reduced short-circuit currents. Another test is used to verify the capability of the pressure-relief device or of the surge arrester withstanding, for a low magnitude fault current. If the arrester is equipped with some other arrangement, as a substitute for a conventional pressure-relief device, this arrangement shall be included in the test.

The frequency of the short-circuit test current supply shall be no less than 48 Hz and no more than 62 Hz.

In addition, some re-closing cycles can be performed after agreement between the manufacturer and the purchaser. For this special test, the procedure and the acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

8.7.2 Preparation of the test samples

For the high-current tests the test samples shall be the longest arrester unit, with the highest rated voltage of each different design of arrester. For the low current test the test sample may be an arrester unit of any length of each different design. The test sample shall be of the highest rated voltage used for the tested length. The samples shall be prepared with a fuse wire for conducting the required short-circuit current.

The external fuse wire shall be placed along the surface of the active part (non-linear resistor and gaps) inside the arrester housing, such that the entire active part is short-circuited. If the space between the active part and the arrester housing is filled with a combination of solid material and a channel of gas or liquid, the fuse wire shall be located as far as possible from this gas or liquid channel. Figure 2 shows some examples of such cases. The actual location of the fuse wire in the test shall be reported.

The fuse wire material and size shall be selected so that the wire will melt within the first 30 electrical degrees after the initiation of the test current.

According to table 9 a total of four test samples is required for the rated short-circuit current test, one for the high-current test, one for each of the two reduced short-circuit current tests and one for the low current test.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

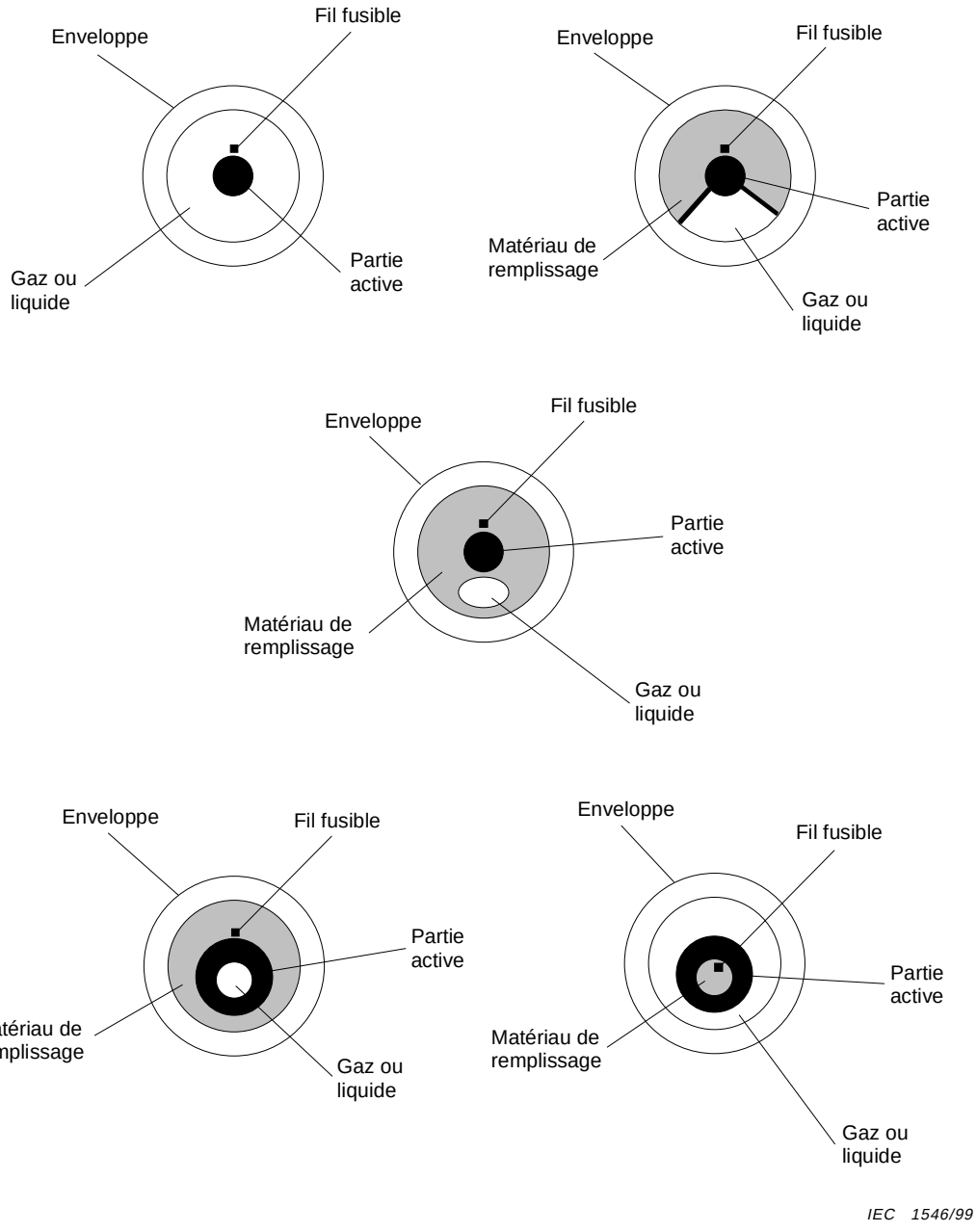

Figure 2 – Positionnement du fil fusible dans différents cas

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

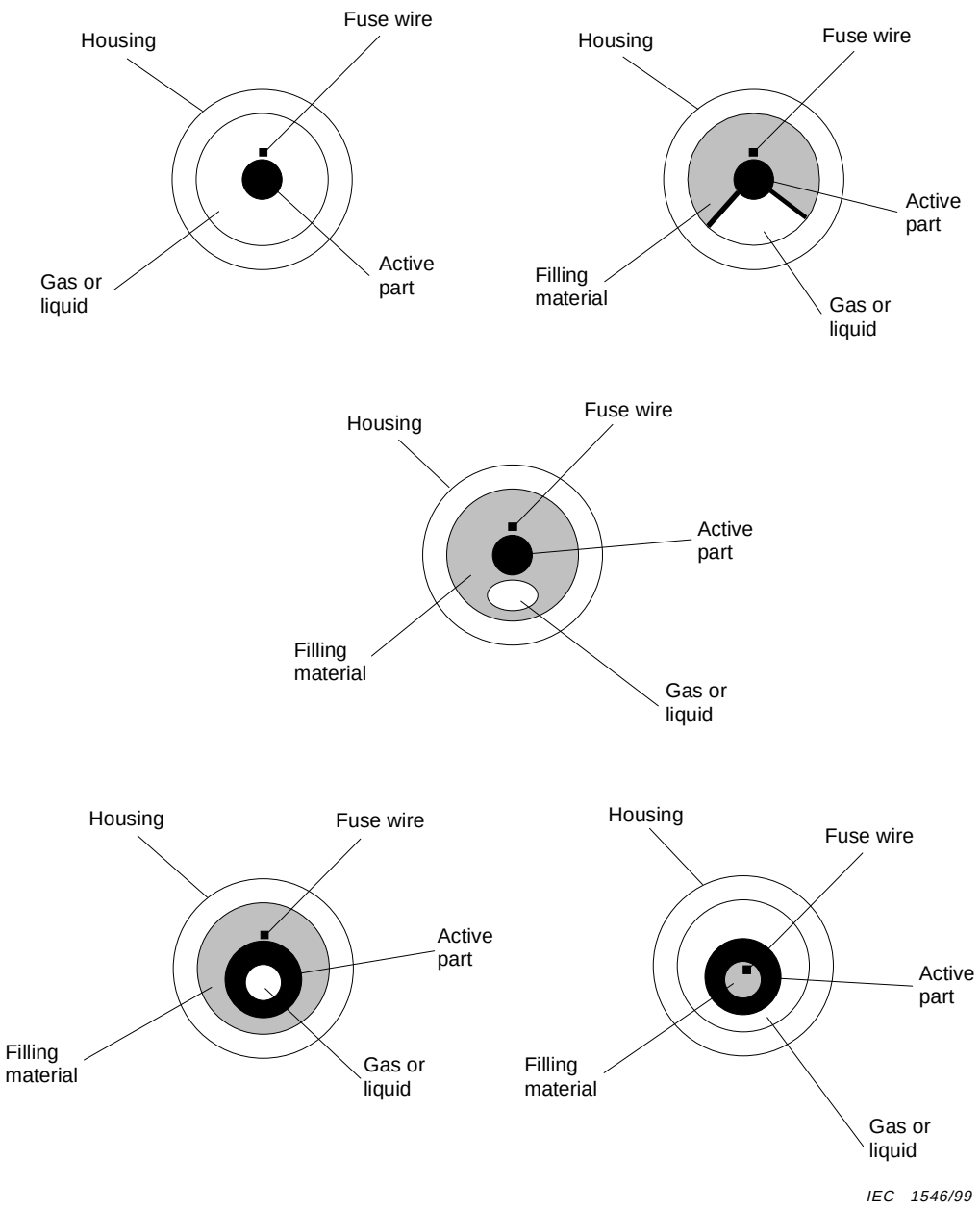

Figure 2 – Position of the fuse wire in different cases

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Tableau 9 – Courants spécifiés pour les essais de court-circuit

Classe du parafoudre = courant nominal de décharge A	Courant nominal de court-circuit A	Courants réduits de court-circuit A		Faible courant de court-circuit de durée 1 s* A
20 000 ou 10 000	80 000	50 000	25 000	600 ± 200
20 000 ou 10 000	63 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 ou 10 000	50 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 ou 10 000	40 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 ou 10 000	31 500	12 000	6 000	600 ± 200
20 000, 10 000 ou 5 000	20 000	12 000	6 000	600 ± 200
10 000 ou 5 000	16 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500 ou 1 500	10 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500 ou 1 500	5 000	3 000	1 500	600 ± 200

*Pour les parafoudres qui doivent être installés dans des systèmes résonants à neutre mis à la terre ou non, l'augmentation de la durée de l'essai au-delà de 1 s, jusqu'à 30 min, peut être envisagée après accord entre constructeur et acheteur. Dans ce cas, le courant de court-circuit de faible amplitude doit être réduit à 50 A ± 20 A. Pour cet essai spécifique, les critères d'acceptation doivent être définis par accord entre les parties.

NOTE 1 Si un type de parafoudres existant, déjà testé à l'un des courants nominaux de ce tableau, doit être qualifié pour une valeur de courant nominal supérieure aux valeurs disponibles ici, il ne doit être essayé qu'à cette nouvelle valeur nominale. Toute extrapolation ne peut néanmoins être étendue qu'à un maximum de deux niveaux au-delà du courant nominal de court-circuit.

NOTE 2 Si un nouveau type de parafoudres doit être qualifié pour une valeur du courant nominal supérieure aux valeurs disponibles ici, il doit être testé à la valeur proposée, ainsi qu'à 50 % et à 25 % de cette valeur.

NOTE 3 Si un parafoudre existant est qualifié pour l'une des valeurs de courant nominal de court-circuit données dans ce tableau, on considère qu'il satisfait aux essais réalisés à toute valeur de courant nominal inférieure à celle-ci.

8.7.3 Montage de l'échantillon en essai

Le montage des échantillons en essai doit fidèlement reproduire les conditions d'installation en service. Pour les parafoudres destinés à un montage posé, les configurations du circuit d'essai sont présentées dans les figures 3a et 3b. La distance au sol de la plate-forme isolante et des conducteurs doit respecter les valeurs indiquées sur ces figures.

Pour les parafoudres destinés à un autre type de montage (par exemple les parafoudres montés sur poteau), l'échantillon en essai doit être monté sur un poteau non métallique en utilisant les consoles de montage et les dispositifs habituellement utilisés pour leur installation en service. Pour cet essai, la console de montage doit être considérée comme faisant partie de l'embase. Dans le cas où les conditions diffèrent de celles préconisées par le constructeur, le parafoudre doit être monté conformément aux recommandations d'installation du constructeur. L'ensemble du conducteur reliant l'embase au capteur de courant doit être isolé à au moins 1 000 V. L'extrémité supérieure de l'échantillon en essai doit être équipée d'une embase du même type ou du capot supérieur.

Pour les parafoudres montés sur une embase, la partie inférieure de l'échantillon en essai doit être montée sur un support isolant de même hauteur que l'enceinte circulaire ou carrée environnante. Le support isolant et l'enceinte doivent être placés sur une plate-forme isolante, comme indiqué dans les figures 3a et 3b. Pour les parafoudres non montés sur une embase, les mêmes règles s'appliquent pour la partie inférieure du parafoudre. La distance entre capot

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Table 9 – Required currents for short-circuit tests

Arrester class = nominal discharge current	Rated short-circuit current	Reduced short-circuit currents		Low short-circuit current with a duration of 1 s*
A	A	A		A
20 000 or 10 000	80 000	50 000	25 000	600 ± 200
20 000 or 10 000	63 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 or 10 000	50 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 or 10 000	40 000	25 000	12 000	600 ± 200
20 000 or 10 000	31 500	12 000	6 000	600 ± 200
20 000, 10 000 or 5 000	20 000	12 000	6 000	600 ± 200
10 000 or 5 000	16 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500 or 1 500	10 000	6 000	3 000	600 ± 200
10 000, 5 000, 2 500 or 1 500	5 000	3 000	1 500	600 ± 200

* For surge arresters to be installed in resonant earthed or unearthed neutral systems, the increase of the test duration to longer than 1 s, up to 30 min, may be permitted after agreement between the manufacturer and the purchaser. Then the low short-circuit current shall be reduced to 50 A ± 20 A. For this special test, the test sample and acceptance criteria shall be agreed between the manufacturer and the purchaser.

NOTE 1 If an existing type of an arrester, already qualified for one of the nominal currents in table 9, is being qualified for a higher nominal current value than available in this table, it shall be tested only at the new nominal value. Any extrapolation can only be extended by two steps of rated short-circuit current.

NOTE 2 If a new arrester type is to be qualified for a higher nominal current value than available in this table it shall be tested at the proposed nominal current, at 50 % and at 25 % of this nominal current.

NOTE 3 If an existing arrester is qualified for one of the rated short-circuit currents in this table, it is deemed to have passed the test for any value of rated current lower than this one.

8.7.3 Mounting of the test sample

Test samples shall be mounted to simulate installation conditions. For a base-mounted arrester, a mounting arrangement is shown in figures 3a and 3b. The distance to the ground of the insulating platform and the conductors shall be as indicated in figures 3a and 3b.

For non-base mounted arresters (e.g. pole mounted arresters), the test sample shall be mounted to a non-metallic pole using mounting brackets and hardware typically used for service installation. For the purpose of this test, the mounting bracket shall be considered as a part of the arrester base. In cases where the foregoing is in variance with the manufacturer's instructions, the arrester shall be mounted in accordance with the installation recommendations of the manufacturer. The entire lead between the base and the current sensor shall be insulated for at least 1 000 V. The top end of the test sample shall be fitted with the base assembly of the same design as that of an arrester or with the top cap.

For base-mounted arresters, the bottom end fitting of the test sample shall be mounted on an insulating support that is the same height as a surrounding circular or square enclosure. The insulating support and the enclosure shall be placed on top of an insulating platform, as shown in figures 3a and 3b. For non-base mounted arresters, the same requirements apply to the bottom of the arrester. The arcing distance between the top end cap and any other metallic

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

supérieur et tout autre objet métallique (mis à la terre ou non), à l'exception de l'embase du parafoudre, doit être d'au moins 1,6 fois la hauteur du parafoudre en essai, sans être inférieure à 0,9 m. L'enceinte doit être en matière non métallique et positionnée de façon symétrique par rapport à l'axe de l'échantillon en essai. L'enceinte doit avoir une hauteur de 40 cm ± 10 cm, et son diamètre (ou côté en cas d'enceinte carrée) doit être égal au diamètre de l'échantillon en essai augmenté de deux fois sa hauteur, sans être inférieur à 1,8 m. En aucun cas l'enceinte ne doit bouger ou s'ouvrir lors de l'essai.

Pour des raisons pratiques, on peut utiliser en variante une enceinte carrée, en bois par exemple, dont le côté est égal au diamètre spécifié pour une enceinte circulaire.

Les échantillons en essai doivent être montés verticalement à moins qu'une disposition autre ait été décidée par accord entre constructeur et acheteur.

NOTE Il faut que le montage du parafoudre durant l'essai de court-circuit et, plus précisément, la disposition des conducteurs représentent les conditions les plus défavorables en service. La disposition présentée à la figure 3a est la plus défavorable durant la phase initiale de l'essai, avant que la relaxation de pression ne s'opère (notamment pour un parafoudre muni d'un limiteur de pression).

Cependant, pendant la durée d'arc restante, cette disposition force l'arc à s'écarter du parafoudre, réduisant ainsi le risque que l'échantillon ne prenne feu. Pour les parafoudres sans limiteur de pression, il est proposé en alternative de conserver la position des éventuels évents telle que décrite à la figure 3a, mais d'orienter le conducteur de terre vers la droite, comme indiqué à la figure 3b. De cette façon, l'arc reste à proximité du parafoudre pendant la durée totale du courant de court-circuit, reproduisant ainsi les conditions les plus défavorables quant au risque de feu.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

object (floating or grounded), except for the base of the arrester, shall be at least 1,6 times the height of the sample arrester, but not less than 0,9 m. The enclosure shall be made of non-metallic material and be positioned symmetrically with respect to the axis of the test sample. The height of the enclosure shall be 40 cm ± 10 cm, and its diameter (or side, in case of a square enclosure) shall be equal to the greater of 1,8 m or the diameter of the test sample plus twice the test sample height. The enclosure shall not be permitted to open or move during the test.

For practical reasons an alternative enclosure is a square enclosure made of wood for example, having a side equal to the diameter of the circular enclosure.

Test samples shall be mounted vertically, unless otherwise agreed upon between the manufacturer and the purchaser.

NOTE The mounting of the arrester during the short-circuit test and, more specifically, the routing of the conductors must represent the most unfavourable condition in the field. The routing shown in figure 3a is the most unfavourable to use during the initial phase of the test before venting occurs (especially in the case of a surge arrester fitted with a pressure-relief device).

However, during the remaining arcing time, this routing forces the arc to move away from the arrester, thus reducing the risk of the arrester catching fire. For arresters without a pressure-relief device, it is proposed that, as an alternative, the direction of the venting ports (if any) remains as in figure 3a, but the ground conductor should be directed to the right, as described in figure 3b. In this way, the arc will stay close to the arrester during the entire duration of the short-circuit current, thus creating the most unfavourable conditions with regard to the fire hazard.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

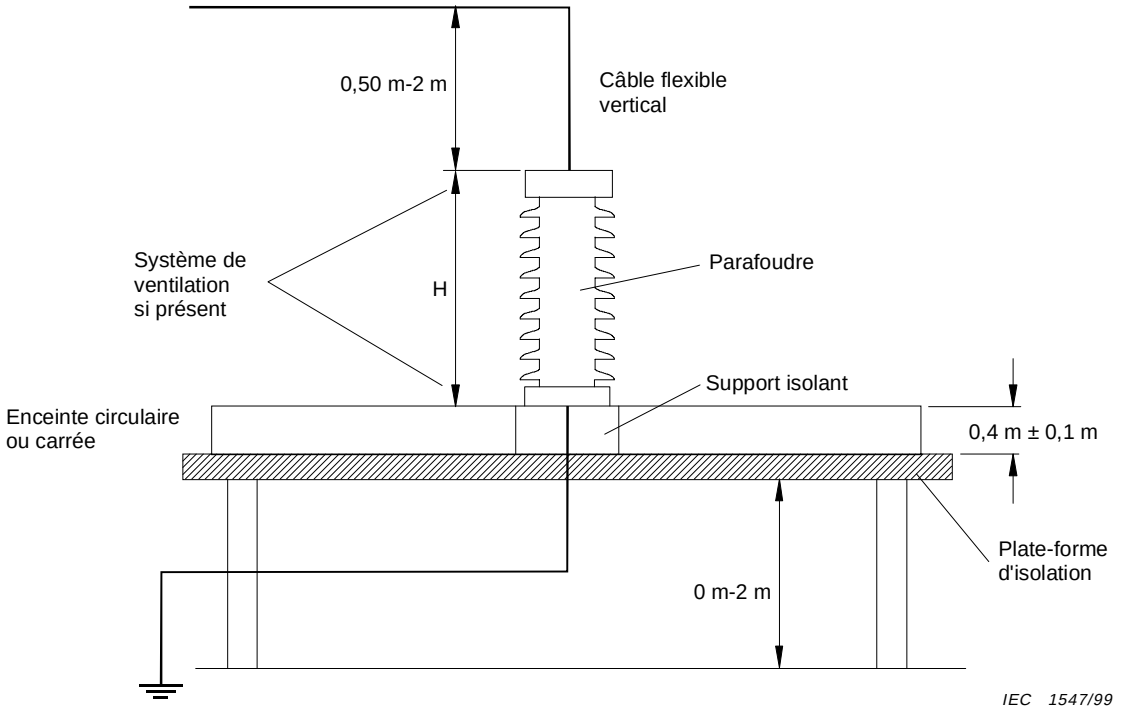

Figure 3a – Configuration du circuit d'essais pour parafoudres équipés d'un limiteur de pression

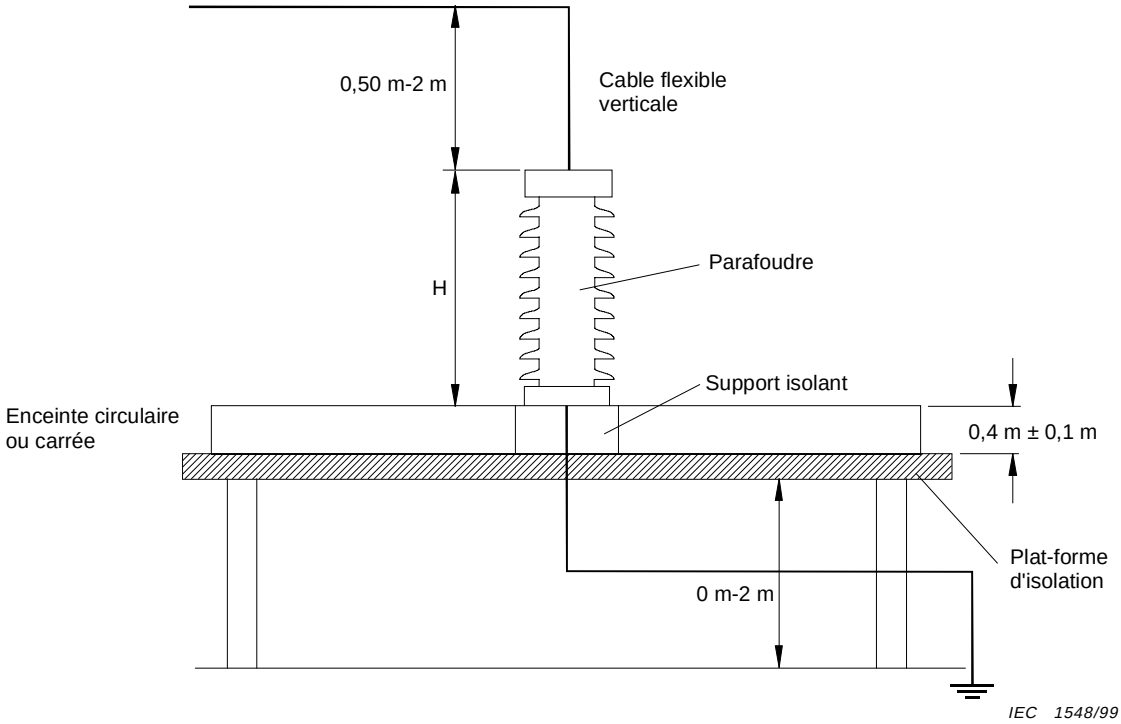

Figure 3b – Configuration du circuit d'essais pour parafoudres non équipés d'un limiteur de pression

Figure 3 – Essais de court-circuit

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

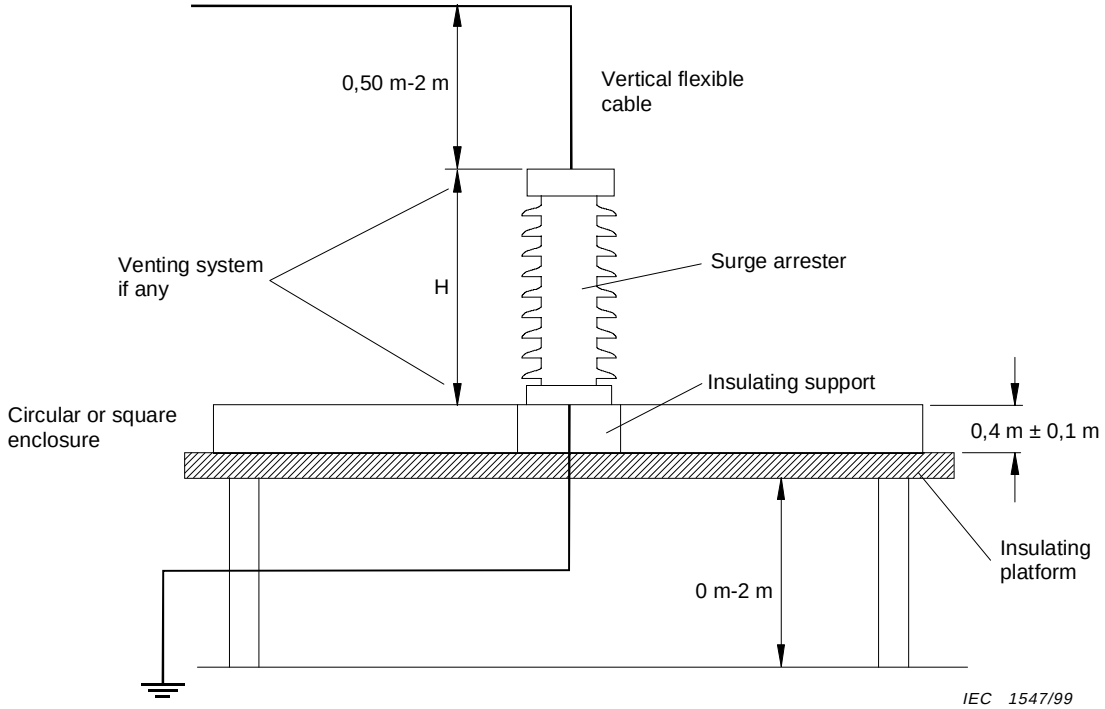

Figure 3a – Circuit layout for surge arresters with a pressure-relief device

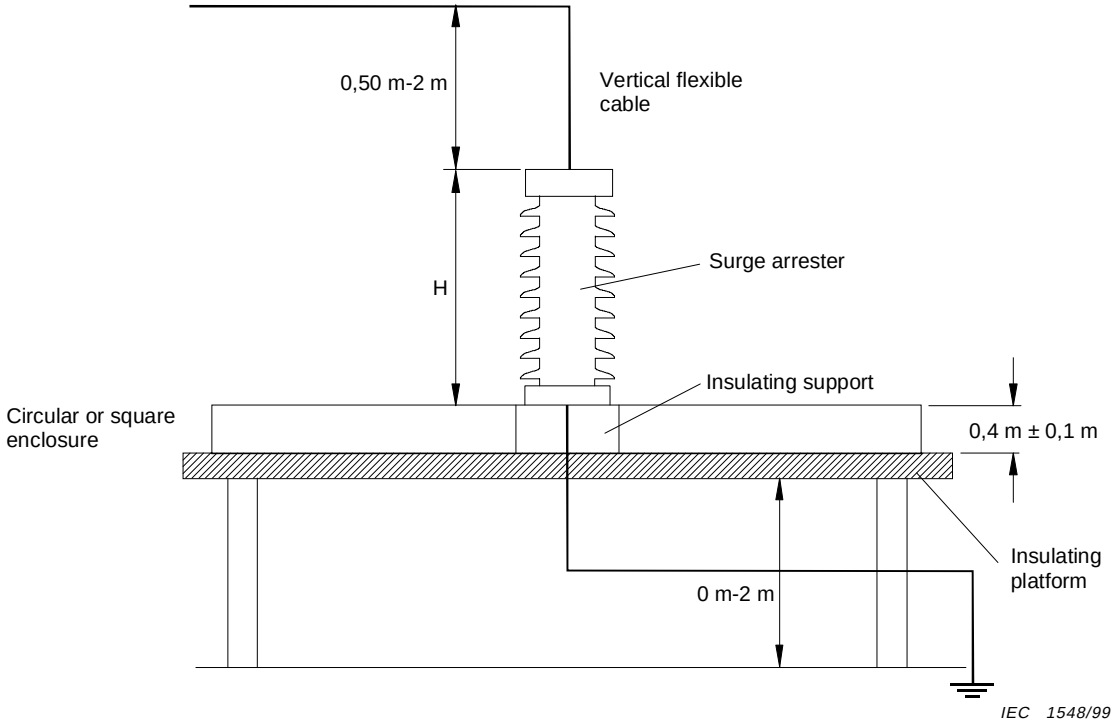

Figure 3b – Circuit layout for surge arresters without a pressure-relief device

Figure 3 – Short-circuit tests

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

8.7.4 Evaluation des résultats d'essais

Une défaillance structurelle de l'échantillon est tolérée tant qu'il ne se produit pas de manifestations extérieures trop importantes; à l'exception de ce qui est permis ci-dessous, aucun morceau de l'échantillon ne doit tomber à l'extérieur de l'enceinte.

- Les types de fragments suivants peuvent tomber à l'extérieur de l'enceinte:
  - fragments de céramique (résistances non linéaires ou porcelaine) pesant moins de 10 g chacun;
  - morceaux de métal ou de plastique minces et légers tels qu'évents, capuchons ou diaphragmes du limiteur de pression.
- Les flammes générées au cours de l'essai doivent s'éteindre d'elles-mêmes pendant les 2 min suivant la fin du passage du courant. Les flammes liées à tout morceau éjecté (dans ou hors de l'enceinte) doivent également s'éteindre spontanément dans un délai de 2 min, ou dans un délai plus court selon l'accord entre constructeur et acheteur, après la fin du passage du courant.

Pour les parafoudres destinés à une utilisation pour laquelle une intégrité et une résistance mécaniques sont requises après défaillance, diverses conditions d'essais et méthodes d'évaluation peuvent être établies entre constructeur et acheteur (il peut par exemple être exigé que le parafoudre puisse être soulevé et retiré par sa partie supérieure après essai).

NOTE 1 Le positionnement de l'échantillon indiqué à la figure 3a, avec les évents du côté de la source d'alimentation, peut provoquer la formation et le balayage d'un arc externe, généré par le fonctionnement des évents, à proximité immédiate de l'enveloppe du parafoudre. Le choc thermique qui en résulte peut alors provoquer des fissures ou des cassures d'ailettes plus importantes que pour d'autres orientations possibles des évents.

NOTE 2 Si la pression ne s'est manifestement pas libérée à la fin de l'essai, il convient de rester prudent car l'enveloppe peut demeurer sous pression après essai. Cette note est valable pour tous niveaux de courant, mais est plus particulièrement applicable aux essais de court-circuit à courant de faible amplitude.

8.7.5 Essais de court-circuit à courants forts

Un échantillon doit être testé à une valeur de courant nominal sélectionnée dans le tableau 9. Un deuxième et un troisième échantillon doivent être respectivement testés au plus grand et au plus petit des courants de court-circuit réduits correspondant au courant nominal choisi. Les trois échantillons doivent être préparés conformément à 8.7.2 et installés selon 8.7.3.

Les essais doivent être réalisés à l'aide d'un circuit d'essai monophasé, sous une tension à vide comprise entre 107 % et 77 % de la tension assignée du parafoudre en essai, comme stipulé en 8.7.5.1. Cependant, il est courant que les essais sur parafoudres à haute tension soient effectués dans un laboratoire d'essais qui ne dispose pas d'une puissance de court-circuit suffisante pour réaliser des essais à une tension égale ou supérieure à 77 % de la tension assignée des échantillons. En conséquence, une procédure alternative pour effectuer les essais de court-circuit à courants forts à une tension réduite est proposée en 8.7.5.2. La durée totale du courant traversant le circuit d'essai, telle que mesurée par le capteur de courant dont la position est décrite en 8.7.1, doit être supérieure ou égale à 0,2 s.

NOTE L'expérience a montré que les essais au courant nominal ne garantissent pas nécessairement un comportement satisfaisant à des courants moindres.

8.7.5.1 Essais à courants forts à pleine tension (entre 107 % et 77 % de la tension assignée)

La valeur présumée du courant doit d'abord être mesurée en réalisant un essai avec parafoudre shunté, ou en le remplaçant par une connexion rigide d'impédance négligeable.

La durée d'un tel essai peut être limitée au temps minimum nécessaire à la mesure de la valeur crête et de la composante symétrique de l'onde de courant présumée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.7.4 Evaluation of test results

Structural failure of the sample is permitted as long as there is no violent shattering ; except as permitted below, no fragment of the test sample shall fall outside the enclosure.

- The following types of fragments are accepted to fall out of the enclosure:
  - fragments, less than 10 g each, of ceramic material such as non-linear resistors or porcelain;
  - pressure-relief vents, covers and diaphragms consisting of thin and lightweight pieces of metal or plastic.
- During the test the arrester shall be able to self-extinguish open flames within 2 min following the end of the test. Any ejected part (in or out of the enclosure) shall also self-extinguish open flames within 2 min or a shorter duration based on agreement between the purchaser and the manufacturer.

For arresters to be used in applications where mechanical integrity and a strength is required after failure, different test procedures and evaluations may be established between the manufacturer and the user (as an example, it may be required that after the tests the arrester shall still be able to be lifted and removed by its top end).

NOTE 1 Positioning the sample as shown in figure 3a, with the vent ports facing the direction of the test source, may cause the external arc, which is created during the venting operation, to form and be swept in close proximity to the arrester housing. As a result, the thermal shock effect may cause excessive chipping and shattering of the weather sheds, as compared to the other possible orientations of the venting ports.

NOTE 2 If the arrester has not visibly vented at the end of the test, caution should be exercised, as the housing may remain pressurised after the test. This note is applicable to all levels of test current, but is of particular relevance to the low-current pressure-relief tests.

8.7.5 High current short-circuit tests

One sample shall be tested at a rated short-circuit current selected from table 9. A second and third sample shall be tested, respectively, at the higher and lower reduced short-circuit currents corresponding to the selected rated current. All three samples shall be prepared according to 8.7.2 and mounted according to 8.7.3.

Tests shall be made in a single phase test circuit, with an open circuit test voltage of 107 % to 77 % of the rated voltage of the test sample arrester, as outlined in 8.7.5.1. However, it is expected that tests on high voltage arresters will have to be made at a testing station which might not have the sufficient short-circuit power capability to carry out these tests at 77 % or more of the test sample rated voltage. Accordingly, an alternate procedure for making the high current short-circuit tests at a reduced voltage is given in 8.7.5.2. The measured total duration of test current flowing through the circuit, as detected by the current sensor whose installation is described in 8.7.1, shall be equal to or greater than 0,2 s.

NOTE Experience has shown that tests at the rated current do not necessarily demonstrate acceptable behaviour at lower currents.

8.7.5.1 High current tests at full voltage (107 % to 77 % of rating)

The prospective current shall first be measured by making a test with the arrester shorted or replaced by a solid link of negligible impedance.

The duration of such a test may be limited to the minimum time required to measure the peak and symmetrical components of prospective current waveform.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Pour l'essai au courant nominal, la valeur crête de la première alternance du courant présumé doit être au moins égale à 2,5 fois la valeur efficace de sa composante symétrique. La valeur efficace de la composante symétrique doit être au moins égale au courant de court-circuit nominal. La valeur efficace réelle du courant présumé doit être notée comme étant le courant d'essai du parafoudre. Pour les valeurs réduites de courants de court-circuit, la valeur efficace doit être égale à ±10 % près aux niveaux de courants indiqués dans le tableau 9. Il n'y a pas d'exigence d'asymétrie pour la première crête.

Lorsque le parafoudre n'est pas connecté, le rapport X/R des impédances du circuit doit être préférentiellement d'au moins 15. Dans les cas où le rapport X/R est inférieur à 15, la tension d'essai peut être augmentée, ou l'impédance du circuit réduite, de façon à ce que,

– pour le courant nominal de court-circuit, la valeur crête de la première alternance du courant présumé soit supérieure ou égale à 2,5 fois le niveau de courant requis;
– pour les essais à courants réduits, les tolérances ci-dessus soient respectées.

La valeur crête réelle du courant présumé divisée par 2,5 doit être notée comme étant le courant d'essai, même si la valeur efficace de sa composante symétrique est supérieure. En raison d'un courant présumé supérieur, le parafoudre en essai peut être soumis à des contraintes plus sévères, si bien que des essais à un rapport X/R inférieur à 15 ne doivent être réalisés qu'après accord du constructeur.

La connexion rigide doit ensuite être retirée et le ou les parafoudres échantillons doivent être testés en conservant les mêmes réglages.

NOTE La résistance de l'arc confiné à l'intérieur du parafoudre peut réduire la valeur efficace de la composante symétrique ainsi que l'asymétrie du courant mesuré. Cela ne remet pas en cause l'essai dans la mesure où il est réalisé à une tension supérieure à la tension de service et où le courant d'essai correspond à ce qui se passerait lors d'un défaut réel.

8.7.5.2 Essais à courants forts à moins de 77 % de la tension assignée

Lorsque les essais sont réalisés sous une tension inférieure à 77 % de la tension assignée des échantillons, les paramètres du circuit d'essai doivent être ajustés de sorte que la valeur efficace de la composante symétrique du courant d'essai réel du parafoudre soit supérieure ou égale au niveau de courant requis en 8.7.5. Pour le courant nominal de court-circuit, la valeur crête de la première alternance du courant d'essai réel du parafoudre doit être au moins égale à 2,5 fois le niveau de courant nominal requis. Pour les valeurs réduites des courants de court-circuit, la valeur efficace doit être égale à ±10 % près aux niveaux de courants indiqués dans le tableau 9. Il n'y a pas d'exigence d'asymétrie pour la première crête.

Lorsque le parafoudre n'est pas connecté, le rapport X/R des impédances du circuit doit être préférentiellement d'au moins 15. Dans les cas où le rapport X/R est inférieur à 15, la tension d'essai peut être augmentée, ou l'impédance du circuit réduite, de façon à ce que, pour le courant nominal de court-circuit, la valeur crête de la première alternance du courant présumé soit supérieure ou égale à 2,5 fois le niveau de courant nominal requis.

La valeur crête réelle du courant présumé divisée par 2,5 doit être notée comme étant le courant d'essai, même si la valeur efficace de sa composante symétrique est supérieure. En raison d'un courant présumé supérieur, le parafoudre en essai peut être soumis à des contraintes plus sévères, si bien que des essais à un rapport X/R inférieur à 15 ne doivent être réalisés qu'après accord du constructeur.

NOTE Si le circuit qui génère le courant asymétrique requis conduit à une valeur de la composante symétrique supérieure à la valeur spécifiée, le courant peut être réduit à cette valeur après un minimum de 2,5 alternances suivant le début de l'essai.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---
Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

For the rated short-circuit current, the peak value of the first half-cycle of the prospective current shall be at least 2,5 times the r.m.s. value of the symmetrical component of the prospective current. The following r.m.s. value of the symmetrical component shall be equal to the rated short-circuit current or higher. The actual r.m.s. value of the prospective current shall be quoted as the test current for the arrester. For the reduced short-circuit currents the r.m.s. value shall be ±10 % of the required current levels according to table 9. There is no asymmetrical requirement on the first peak.

The X/R ratio of the test circuit impedance, without the arrester connected, shall preferably be at least 15. In cases where the test circuit impedance X/R ratio is less than 15, the test voltage may be increased, or the impedance may be reduced, such that:

– for the rated short-circuit current, the peak value of the first half-cycle of the prospective current is equal to or greater than 2,5 times the required test current level;
– for the reduced current level tests, the tolerances above are met.

The actual peak value of the prospective current, divided by 2,5, shall be quoted as the test current, even though the r.m.s. value of the symmetrical component of the prospective current may be higher. Because of the higher prospective current, the sample arrester may be subjected to more severe duty, and therefore, tests at X/R ratio lower than 15 shall only be carried out with the manufacturer's consent.

The solid shorting link shall then be removed and the arrester sample(s) shall be tested with the same circuit parameters.

NOTE The resistance of the restricted arc inside the arrester may reduce the r.m.s. symmetrical component and the peak value of the measured current. This does not invalidate the test, since the test is made with at least normal service voltage and the effect on the test current is the same as would be experienced during a fault in service.

8.7.5.2 High current test at less than 77 % of rated voltage

When tests are made with a test circuit voltage less than 77 % of the rated voltage of the test samples, the test circuit parameters shall be adjusted such that the r.m.s. value of the symmetrical component of the actual arrester test current shall equal or exceed the required test current level of 8.7.5. For the rated short-circuit current, the peak value of the actual arrester test current in the first half-cycle shall be at least 2,5 times the required test current level. For the reduced short-circuit currents the r.m.s. value shall be ±10 % of the required current levels according to table 9. There is no asymmetrical requirement on the first peak.

The X/R ratio of the test circuit impedance, without the arrester connected, shall preferably be at least 15. In cases where the test circuit impedance X/R ratio is less than 15, the test voltage may be increased or the impedance may be reduced such that, for the rated short circuit current, the peak value of the first half-cycle of the prospective current is equal to or greater than 2,5 times the required test current level.

The actual peak value of the test current, divided by 2,5, shall be quoted as the test current, even though the r.m.s. value of the symmetrical component of the test current may be higher. Because of the higher test current, the sample arrester may be subjected to more severe duty, and therefore, tests at X/R ratio lower than 15 shall only be carried out with the manufacturer’s consent.

NOTE If the circuit that produces the required asymmetrical current results in higher symmetrical value than required, current may be reduced, not less than 2,5 cycles after initiation, to the required symmetrical value.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.7.6 Essais de court-circuit à faible courant

L'essai doit être effectué à l'aide de n'importe quel circuit pouvant générer, à travers le parafoudre en essai, la circulation d'un courant de valeur efficace 600 A ± 200 A mesurée environ 0,1 s après le début du passage du courant. Le courant doit circuler pendant 1 s. Dans le cas d'un parafoudre équipé d'un limiteur de surpression, le comportement du parafoudre est considéré comme non satisfaisant si la relaxation de pression ne s'opère pas durant l'essai.

Se référer à la note 2 de 8.7.4 quant aux précautions à prendre en cas de non-relaxation de la pression.

8.8 Essais des dispositifs de déconnexion pour parafoudres

8.8.1 Généralités

Ces essais doivent être effectués sur les parafoudres munis de dispositifs de déconnexion ou sur les dispositifs de déconnexion seuls si la conception de ces derniers est telle qu'ils ne sont pas affectés par l'échauffement des éléments voisins du parafoudre dans sa position normale d'installation.

L'échantillon essayé doit être monté conformément aux recommandations écrites du constructeur, en utilisant pour la connexion la section et la raideur maximales recommandées et la longueur recommandée la plus courte. En l'absence de recommandations écrites, on prendra comme conducteur une connexion nue en cuivre dur étiré d'environ 5 mm de diamètre et 30 cm de longueur, disposée de façon à permettre la liberté de mouvement du dispositif de déconnexion lors de son fonctionnement.

8.8.2 Essais de tenue au courant de choc et lors du fonctionnement.

Comme il est indiqué en 8.5 et 8.6, ces essais sont effectués en même temps que les essais du parafoudre lorsque le dispositif de déconnexion en constitue une partie intégrante. Lorsque les dispositifs de déconnexion sont prévus pour être fixés sur un parafoudre ou comme accessoires intercalés sur le trajet du conducteur de ligne ou sur celui du conducteur de terre, ces essais peuvent être effectués séparément ou en liaison avec les essais des échantillons de parafoudre. On utilisera trois échantillons neufs pour chacun des différents essais, et le dispositif de déconnexion doit supporter, sans fonctionner, chacun des essais suivants:

8.8.2.1 Essai aux chocs de courant de grande amplitude

Cet essai est effectué conformément à 8.5.1 et 8.5.2 avec une valeur de crête du courant correspondant à la classe la plus élevée des parafoudres auxquels peut être associé le dispositif de déconnexion.

8.8.2.2 Essai aux chocs de courant de longue durée

Cet essai est effectué conformément à 8.5.1, 8.5.3.1 et 8.5.3.3 avec une valeur de crête du courant et une durée correspondant à la classe la plus élevée (voir tableau 6) des parafoudres auxquels peut être associé le dispositif de déconnexion.

8.8.2.3 Essai de fonctionnement

Cet essai est effectué conformément à 8.6, en plaçant l'échantillon du dispositif de déconnexion en série avec la fraction de parafoudre échantillon en essai possédant le plus grand courant de suite de tous les parafoudres auxquels peut être associé le dispositif de déconnexion.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.7.6 Low current short-circuit test

The test shall be made with any test circuit that will produce a current through the test sample arrester of 600 A ± 200 A r.m.s., measured at approximately 0,1 s after the start of the current flow. The current shall flow for 1 s. In the case of a surge arrester fitted with a pressure-relief device, the arrester design shall be considered to have failed this test if venting does not occur during the test.

Refer to note 2 of 8.7.4 with regard to handling an arrester that fails to vent.

8.8 Tests of arrester disconnectors

8.8.1 General

These tests shall be made on arresters which are fitted with arrester disconnectors or on the disconnector assembly alone if its design is such as to be unaffected by the heating of adjacent parts of the arrester in its normal installed position.

The test sample shall be mounted in accordance with the manufacturer's published recommendations using the maximum recommended size and stiffness and the shortest recommended length of connecting lead. In the absence of published recommendations, the conductor shall be hard-drawn bare copper, approximately 5 mm in diameter and 30 cm long, arranged to allow freedom of movement of the disconnector when it operates.

8.8.2 Current impulse withstand and operating-duty tests

As noted in 8.5 and 8.6 these tests are made at the same time as the tests on the arrester in the case of built-in disconnectors. In the case of disconnectors designed for attachment to an arrester or for insertion into the line or ground lead as an accessory, these tests may be made separately or in conjunction with tests on arrester samples. The disconnector must withstand, without operating, each of the following tests, three new samples being used for each different test:

8.8.2.1 High-current impulse test

This test is made in accordance with 8.5.1 and 8.5.2 with the peak current corresponding to the highest classification of arrester with which the disconnector is designed to be used.

8.8.2.2 Long-duration current impulse test

This test is made in accordance with 8.5.1, 8.5.3.1 and 8.5.3.3 with the peak current and duration corresponding to the highest classification of arrester (see table 6) with which the disconnector is designed to be used.

8.8.2.3 Operating-duty test

This test is made in accordance with 8.6, with the sample disconnector in series with a test sample section of the arrester design having the highest follow-current of all the arresters with which it is designed to be used.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.8.3 Fonctionnement du dispositif de déconnexion

8.8.3.1 Détermination de la courbe temps/courant

Trois points de cette courbe sont déterminés en faisant passer dans le dispositif de déconnexion essayé, avec ou sans parafoudre (voir 8.8.1), trois valeurs différentes d'un courant établi symétrique de valeur efficace 20 A, 200 A et 800 A (±10 %).

Lorsque les essais sont effectués sur des dispositifs de déconnexion qui sont affectés par l'échauffement interne des parafoudres associés, les résistances variables et les éclateurs série doivent être court-circuités par un fil de cuivre nu de 0,08 mm à 0,13 mm de diamètre en vue de provoquer l'amorçage interne.

Lorsque les essais sont effectués sur des dispositifs de déconnexion qui ne sont pas affectés par le fonctionnement du parafoudre associé, et si le dispositif de déconnexion est monté sur le parafoudre, les résistances variables et les éclateurs de ce dernier doivent être court-circuités ou remplacés par un conducteur de section suffisante pour éviter sa fusion pendant l'essai.

La tension d'essai peut avoir toute valeur convenable permettant d'assurer le passage du plein courant dans l'arc contournant les éléments du parafoudre et permettant d'amorcer et de maintenir un arc dans tous les éclateurs dont dépend le fonctionnement du déconnecteur. La tension d'essai peut ne pas dépasser la valeur de la plus faible tension assignée des parafoudres auxquels peut être associé le dispositif de déconnexion.

On règle d'abord les caractéristiques du circuit d'essai en vue d'obtenir la valeur prescrite du courant en court-circuitant l'échantillon en essai par un conducteur d'impédance négligeable. La temporisation de l'interrupteur de fermeture doit assurer la fermeture du circuit, dans la limite de quelques degrés électriques, au voisinage de la crête de la tension, de façon à faire apparaître un courant sensiblement symétrique. On peut ajuster la durée de passage du courant dans l'échantillon en essai à l'aide d'un interrupteur d'ouverture. Cet interrupteur peut être supprimé s'il n'est pas nécessaire de fixer avec précision la durée du courant. Après réglage des caractéristiques du circuit d'essai, on enlève le conducteur court-circuitant l'échantillon en essai.

Le courant doit être maintenu au niveau prescrit jusqu'au fonctionnement du dispositif de déconnexion. L'essai doit être effectué sur au moins cinq échantillons neufs pour chacune des trois valeurs du courant.

Pour tous les échantillons essayés, on trace la courbe de la valeur efficace du courant traversant l'appareil en fonction de la durée du courant jusqu'au premier déplacement du dispositif de déconnexion. La caractéristique temps/courant du dispositif de déconnexion est une courbe lissée passant par les points correspondant aux durées maximales.

En variante, pour les dispositifs de déconnexion fonctionnant avec un retard notable, on peut tracer la caractéristique temps/courant en faisant passer le courant dans les échantillons en essai pendant des durées données; on détermine alors, pour chacun des trois niveaux de courant, la durée minimale qui provoquera systématiquement un fonctionnement satisfaisant du dispositif de déconnexion. Les valeurs à retenir pour le tracé de la caractéristique temps/courant doivent correspondre à cinq fonctionnements satisfaisants du dispositif de déconnexion au cours de cinq essais, ou s'il survient au cours de ces cinq essais un fonctionnement non satisfaisant, à cinq fonctionnements satisfaisants au cours de cinq essais complémentaires effectués au même niveau de courant et avec la même durée.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.8.3 Disconnector operation

8.8.3.1 Time/current curve test

Data for a time/current curve are obtained at three different symmetrically initiated current levels, i.e., 20 A, 200 A and 800 A, r.m.s. (±10%), flowing through test sample disconnectors with or without arresters as required by 8.8.1.

For tests on disconnectors affected by internal heating of the associated arresters, the non-linear resistors and series gaps must be bypassed with a bare copper wire 0,08 mm to 0,13 mm in diameter, in order to start the internal arcing.

For tests on disconnectors unaffected by the operation of the associated arrester, the arrester, if it is used for mounting the disconnector, shall have its non-linear resistors and series gaps shunted or replaced by a conductor of size sufficient to ensure that it will not be melted during the test.

The test voltage may be any convenient value so long as it is sufficient to maintain full current flow in the arc over the arrester elements, and sufficient to cause and maintain arcing of any gaps upon which operation of the disconnector depends. The test voltage may not exceed the rated voltage of the lowest-rated arrester with which the disconnector is designed to be used.

The parameters of the test circuit are adjusted, with the test sample shunted by a link of negligible impedance, to produce the required value of current. The closing switch shall be timed to close the circuit within a few electrical degrees of voltage crest so as to produce nearly symmetrical current. An opening switch may be provided with provision for adjusting the time of current flow through the test sample. This switch may be omitted when accurate control over the current duration is not necessary. After the test-circuit parameters have been adjusted, the link shunting the test sample is removed.

The current flow is maintained at the required level until operation of the disconnector occurs. At least five new samples shall be tested at each of the three current levels.

The r.m.s. value of current through the specimen and the duration to the first movement of the disconnector is plotted for all the samples tested. The time/current characteristic curve of the disconnector is drawn as a smooth curve through the points representing maximum duration.

Alternatively, for disconnectors which operate with an appreciable time delay, the time/current curve test may be made by subjecting the test samples to controlled durations of current flow to determine the minimum duration for each of the three current levels which will consistently result in successful operation of the disconnector. If successful operations of the disconnector occur in five tests out of five trials, or, if one unsuccessful test occurs, five successful out of five additional trials occur, the point is used for the time/current curve.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.8.3.2 Evaluation des caractéristiques de fonctionnement des dispositifs de déconnexion

Le dispositif doit assurer clairement une séparation effective et permanente. S'il y a doute à ce sujet, on appliquera pendant 1 min une tension à fréquence industrielle égale à 1,2 fois la valeur la plus élevée des tensions assignées des parafoudres auxquels peut être associé le dispositif de déconnexion; le courant ne doit alors pas dépasser 1 mA (valeur efficace).

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

8.8.3.2 Evaluation of disconnector performance

There must be clear evidence of effective and permanent disconnection by the device. If there be any question of this, a power-frequency voltage equal to 1,2 times the rated voltage of the highest rated arrester with which the disconnector is designed to be used shall be applied for 1 min without current flow in excess of 1 mA, r.m.s.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Tableau 8 – Tensions maximales d'amorçage au choc (voir 8.3) et résiduelle (voir 8.4)
Valeurs rapportées à la tension assignée U_r

Tension assignée du parafoudre U_r	**Tension maximale d'amorçage au choc de foudre normal**		**Choc de foudre pour essai sur le front de l'onde**			**Tension maximale d'amorçage au choc de manoeuvre**	**Tension résiduelle maximale pour le circuit nominal de décharge**	
			Valeur assignée de la raideur du front	**Tension maximale d'amorçage**				
kV valeur efficace	kV valeur de crête		kV/µs	kV valeur de crête		kV valeur de crête	kV valeur de crête	
	Parafoudres 10 000 A service intensif	**Parafoudres 2 500 A, 5 000 A et 10 000 A service non intensif**		**Parafoudres 10 000 A service intensif**	**Parafoudres 2 500 A, 5 000 A et 10 000 A service non intensif**	**Parafoudres 10 000 A service intensif**	**Parafoudres 10 000 A service intensif**	**Parafoudres 2 500 A, 5 000 A et 10 000 A service non intensif**
$0{,}15 < U_r \leq 0{,}3$	–	$8{,}0\ U_r$	10	–	$12{,}0\ U_r$	–	–	$8{,}0\ U_r$
$0{,}3 < U_r \leq 0{,}6$	–	$6{,}0\ U_r$	10	–	$7{,}5\ U_r$	–	–	$6{,}0\ U_r$
$0{,}6 < U_r \leq 1{,}2$	–	$5{,}0\ U_r$	10	–	$6{,}0\ U_r$	–	–	$5{,}0\ U_r$
$1{,}2 < U_r \leq 10$	–	$3{,}6\ U_r$	$8{,}3\ U_r$	–	$4{,}15\ U_r$	–	–	$3{,}60\ U_r$
$10 < U_r \leq 120$	$2{,}80\ U_r$	$3{,}33\ U_r$	$7{,}0\ U_r$	$3{,}20\ U_r$	$3{,}85\ U_r$	–	$2{,}80\ U_r$	$3{,}33\ U_r$
$120 < U_r \leq 200$	$2{,}60\ U_r$	$3{,}00\ U_r$	$6{,}0\ U_r$	$3{,}00\ U_r$	$3{,}45\ U_r$	–	$2{,}60\ U_r$	$3{,}0\ U_r$
$200 < U_r \leq 300$	$2{,}60\ U_r$	–	1 300	$3{,}00\ U_r$	–	$2{,}75\ U_r$	$2{,}60\ U_r$	–
$300 < U_r \leq 420$	$2{,}50\ U_r$	–	1 500	$2{,}90\ U_r$	–	$2{,}45\ U_r$	$2{,}50\ U_r$	–
Supérieure à 420	$2{,}50\ U_r$	–	2 000	$2{,}90\ U_r$	–	$2{,}45\ U_r$	$2{,}50\ U_r$	–

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

Table 8 – Maximum impulse sparkovers (see 8.3) and residual voltage (see 8.4)
Values referred to U_r

Rated arrester voltage U_r	Maximum standard lightning impulse sparkover voltage		Front-of-wave lightning impulse			Maximum switching impulse sparkover voltage	Maximum residual voltage at nominal discharge current	
			Nominal steepness of wavefront	Maximum sparkover voltage				
kV r.m.s.	kV_{peak}		kV/µs	kV_{peak}		kV_{peak}	kV_{peak}	
	10 000 A heavy-duty arresters	2 500 A, 5 000 A and 10 000 A light-duty arresters		10 000 A heavy-duty arresters	2 500 A, 5 000 A and 10 000 A light-duty arresters	10 000 A heavy-duty arresters	10 000 A heavy-duty arresters	2 500 A, 5 000 A and 10 000 A light-duty arresters
$0,15 < U_r \leq 0,3$	–	$8,0\ U_r$	10	–	$12,0\ U_r$	–	–	$8,0\ U_r$
$0,3 < U_r \leq 0,6$	–	$6,0\ U_r$	10	–	$7,5\ U_r$	–	–	$6,0\ U_r$
$0,6 < U_r \leq 1,2$	–	$5,0\ U_r$	10	–	$6,0\ U_r$	–	–	$5,0\ U_r$
$1,2 < U_r \leq 10$	–	$3,6\ U_r$	$8,3\ U_r$	–	$4,15\ U_r$	–	–	$3,60\ U_r$
$10 < U_r \leq 120$	$2,80\ U_r$	$3,33\ U_r$	$7,0\ U_r$	$3,20\ U_r$	$3,85\ U_r$	–	$2,80\ U_r$	$3,33\ U_r$
$120 < U_r \leq 200$	$2,60\ U_r$	$3,00\ U_r$	$6,0\ U_r$	$3,00\ U_r$	$3,45\ U_r$	–	$2,60\ U_r$	$3,0\ U_r$
$200 < U_r \leq 300$	$2,60\ U_r$	–	1 300	$3,00\ U_r$	–	$2,75\ U_r$	$2,60\ U_r$	–
$300 < U_r \leq 420$	$2,50\ U_r$	–	1 500	$2,90\ U_r$	–	$2,45\ U_r$	$2,50\ U_r$	–
$U_r > 420$	$2,50\ U_r$	–	2 000	$2,90\ U_r$	–	$2,45\ U_r$	$2,50\ U_r$	–

Annexe A
(normative)

Conditions de service anormales

Les conditions de service anormales suivantes constituent des cas caractéristiques qui peuvent exiger une étude spéciale pour la fabrication ou l'utilisation des parafoudres et doivent être signalés au constructeur:

1) Température supérieure à +40 °C ou inférieure à –40 °C.
2) Utilisation à des altitudes supérieures à 1 000 m.
3) Gaz ou vapeurs pouvant causer la détérioration de la surface isolante ou des supports métalliques.
4) Pollution excessive par la fumée, des dépôts, les embruns ou autres matières conductrices.
5) Exposition excessive au brouillard, à l'humidité, aux gouttes d'eau ou à la vapeur.
6) Mélanges explosifs de poussières, gaz ou vapeurs.
7) Vibration anormale ou chocs mécaniques.
8) Transport ou emmagasinage inhabituel.
9) Lavage sous tension du parafoudre.
10) Fréquence nominale du réseau inférieure à 48 Hz ou supérieure à 62 Hz.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex A
(normative)

Abnormal service conditions

The following are typical abnormal service conditions which may require special consideration in the manufacture or application of surge arresters and have to be called to the attention of the manufacturer.

1) Temperature in excess of +40 °C or below –40 °C.
2) Application at altitudes higher than 1 000 m.
3) Fumes or vapours which may cause deterioration of insulating surface or mounting hardware.
4) Excessive contamination by smoke, dirt, salt spray or other conducting materials.
5) Excessive exposure to moisture, humidity, dropping water or steam.
6) Explosive mixtures of dust, gases, or fumes.
7) Abnormal vibration or mechanical shocks.
8) Unusual transportation or storage.
9) Live washing of arrester.
10) Nominal system frequency below 48 Hz or above 62 Hz.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe B
(informative)

Renseignements caractéristiques fournis dans les appels d'offres et les offres

B.1 Renseignements fournis dans les appels d'offres

B.1.1 Caractéristiques du réseau

– tension la plus élevée du réseau;
– fréquence;
– tension maximale par rapport à la terre en cas de défaut du réseau (facteur de défaut à la terre ou système de mise à la terre du neutre);
– durée maximale des défauts à la terre;
– valeur et durée maximales des surtensions temporaires (défaut à la terre, perte de charge, ferrorésonance);
– niveau d'isolement du matériel à protéger;
– courant de court-circuit du réseau à l'emplacement du parafoudre.

B.1.2 Conditions de service

a) Conditions normales (voir 4.4).
b) Conditions anormales:
   – conditions ambiantes (voir 4.4.2 et l'annexe A);
   – niveau de pollution naturelle (voir CEI 60071-2);
   – éventualité d'un fonctionnement en survitesse des alternateurs (caractéristiques de tension en fonction du temps);
   – fréquence nominale du réseau non comprise entre 48 Hz et 62 Hz;
   – réjection de charge et défaut à la terre simultanés;
   – dans un réseau dont le neutre est normalement relié à la terre isolation du neutre, lors de défauts, pour une partie de ce réseau;
   – compensation défectueuse du courant de défaut à la terre;

B.1.3 Utilisation des parafoudres

a) Raccordement au réseau:
   – phase-terre;
   – neutre-terre;
   – phase-phase.
b) Types de matériels à protéger:
   – transformateurs (reliés à la ligne directement ou par l'intermédiaire de câbles);
   – machines tournantes (reliées à la ligne directement ou par l'intermédiaire de transformateurs);
   – bobines d'inductance;
   – bobines d'inductance HF;
   – autres matériels de postes;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex B
(informative)

Typical information given with enquiries and tenders

B.1 Information given with enquiry

B.1.1 System data

– highest system voltage;
– frequency;
– maximum voltage to earth under system fault conditions (earth fault factor or system of neutral grounding);
– maximum duration of the earth fault;
– maximum value of temporary overvoltages and their maximum duration (earth fault, loss of load, ferroresonance)
– insulation level of equipment to be protected;
– short-circuit current of the system at the arrester location.

B.1.2 Service conditions

a) Normal conditions (see 4.4).
b) Abnormal conditions:
   – ambient conditions (see 4.4.2 and annex A);
   – natural pollution level (see IEC 60071-2);
   – possibility of generator overspeeding (voltage versus time characteristics);
   – nominal power-frequency of the system other than 48 Hz to 62 Hz;
   – load rejection and simultaneous earth faults;
   – formation during faults of a part of the system with an insulated neutral in a normally effectively earthed neutral system;
   – incorrect compensation of the earth fault current.

B.1.3 Arrester duty

a) Connection to system:
   – phase-to-earth;
   – neutral-to-earth;
   – phase-to-phase.
b) Type of equipment being protected:
   – transformers (directly connected to a line or via cables);
   – rotating machines (directly connected to a line or via transformers);
   – reactors;
   – HF-reactors;
   – other equipment of substations;

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

– postes à isolation gazeuse;
– batteries de condensateurs;
– câbles (type et longueur), etc.

c) Longueur maximale du conducteur haute tension entre le parafoudre et le matériel à protéger (distance de protection).

B.1.4 Caractéristiques du parafoudre

– tension assignée;
– tension d'amorçage à fréquence industrielle (valeur minimale);
– tension d'amorçage au choc de foudre (valeur maximale);
– tension d'amorçage sur front d'onde (valeur maximale);
– tension d'amorçage au choc de manoeuvre (valeur maximale et valeur minimale);
– courant de décharge de foudre nominal et tension résiduelle;
– pour les parafoudres 5 000 A, série A ou B;
– pour les parafoudres 10 000 A, service intensif ou non intensif;
– pour les parafoudres à service intensif, classe de décharge de longue durée;
– classe du limiteur de pression (courant de court-circuit maximal admissible);
– longueur et forme de la ligne de fuite de l'enveloppe du parafoudre, choisies à partir de l'expérience de fonctionnement de parafoudres et/ou d'autres types de matériels dans la zone considérée.

B 1.5 Matériels et installations supplémentaires

– parafoudre sous enveloppe métallique;
– type de montage: sur socle, console, suspendu (indiquer dans quelle position), etc. Préciser si une base isolante est nécessaire pour connecter des compteurs d'amorçages. Pour les parafoudres montés sur console, indiquer si celle-ci doit être mise à la terre ou pas;
– orientation du montage si elle n'est pas verticale;
– éventuellement, déconnecteur du conducteur de mise à la terre;
– section transversale des connexions.

B.1.6 Conditions anormales particulières

Par exemple: fonctionnement très fréquent.

B.2 Renseignements à fournir dans les offres

Tous les points mentionnés en B.1.4 et B.1.5, plus les suivants:

– distances d'isolement;
– spécifications de montage;
– fonction du limiteur de pression;
– type de bornes du parafoudre et taille des conducteurs qu'il est possible d'y raccorder;
– longueur maximale admissible du conducteur entre le parafoudre et le compteur d'amorçages et entre le compteur d'amorçages et la terre;
– dimensions et poids;
– résistance à la flexion;
– tension résiduelle au choc de manoeuvre.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

- gas insulated substations (GIS);
- capacitor banks;
- cables (type and length), etc.

c) Maximum length of high voltage conductor between arrester and equipment to be protected (protection distance).

B.1.4 Characteristics of arrester

- rated voltage;
- power-frequency sparkover voltage (minimum value);
- lightning impulse sparkover voltage (maximum value);
- front-of-wave sparkover voltage (maximum value);
- switching impulse sparkover voltage (minimum and maximum values);
- nominal lightning discharge current and residual voltage;
- for 5 000 A arresters whether series A or B;
- for 10 000 A arresters whether light or heavy duty;
- for heavy duty arresters, the respective long-duration discharge class;
- pressure-relief class (short-circuit capability);
- length and shape of creepage distance of arrester housing. Selected on the basis of service experience with surge arresters and/or other types of equipment in the actual area.

B.1.5 Additional equipment and fittings

- metal enclosed arresters;
- type of mounting: pedestal, bracket, hanging (in what position) etc., and if insulating base is required for connection of surge counters. For bracket-mounted arresters indicate whether bracket is to be earthed or not;
- mounting orientation if other than vertical;
- earth lead disconnector if required;
- cross-section of connection leads.

B.1.6 Any special abnormal conditions

For example: very frequent operation.

B.2 Information given with tender

All information in B.1.4 and B.1.5 and in addition:

- clearances;
- mounting specifications;
- pressure-relief function;
- type of arrester terminals and permissible conductor size;
- maximum permissible length of lead between arrester and surge counter and earth;
- dimensions and weights;
- cantilever strength;
- switching residual voltage.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe C
(informative)

Choix de la classe de décharge de longue durée des parafoudres à service intensif

On utilise normalement des parafoudres à service intensif lorsqu'une capacité de décharge de ligne est prescrite.

NOTE Un guide d'application des parafoudres a été publié précédemment sous la forme de la CEI 60099-1A (1965). Ce guide est en cours de révision et il sera publié sous la référence CEI 60099-5.

Les prescriptions d'essai figurant au tableau 5 de 8.5.3.2 sont déterminées par les contraintes mises en oeuvre au cours de la décharge de lignes de transport comportant les caractéristiques suivantes (tableau C.1) qui, comme on l'admet, couvrent la majorité des applications:

Tableau C.1 – Caractéristiques des lignes de transport

Classe de décharge de longue durée	Gamme approximative des tensions de réseaux kV	Longueur approximative de la ligne km	Valeur approximative de l'impédance d'onde de la ligne Ω	Facteur de surtension approximatif (rapport)*
1	Jusqu'à 245	300	450	3,0
2	Jusqu'à 300	300	400	2,6
3	Jusqu'à 420	360	350	2,6
4	Jusqu'à 525	420	325	2,4
5	Jusqu'à 765	480	300	2,2

* Le dénominateur de ce rapport est la valeur de crête de la tension maximale du réseau entre phase et neutre.

Normalement, la classe de décharge de longue durée correspond à la tension du réseau conformément au tableau C.1. Cependant, lorsque les caractéristiques du réseau s'écartent sensiblement de celles du tableau, des parafoudres d'une classe de décharge donnée peuvent être utilisés pour des tensions de réseau correspondant à des classes supérieures ou inférieures. En pareil cas, il est recommandé d'étudier les conditions particulières. D'une façon générale, il n'est pas souhaitable d'utiliser les parafoudres dans des conditions telles que leurs éclateurs ou leurs résistances non linéaires soient soumis à une énergie, ou à un courant, apparaissant au cours des décharges consécutives aux surtensions de manoeuvre, supérieurs aux valeurs correspondantes obtenues au cours des essais aux chocs de longue durée effectués sur ces éléments. L'énergie peut être la contrainte principale aux faibles tensions et le courant aux tensions élevées.

Comme l'indique le tableau C.1, les caractéristiques du réseau nécessitant un examen pour évaluer la sévérité des contraintes dues aux décharges consécutives aux surtensions de manoeuvre sont:

– longueur de la ligne;

– impédance d'onde de la ligne;

– niveau de la surtension produite (facteur de surtension).

Il faut tenir compte d'une caractéristique supplémentaire: le rapport de la tension assignée du parafoudre à la tension du réseau. D'autres caractéristiques et conditions du réseau ont également leur importance, mais ne sont pas étudiées ici car, pour des raisons pratiques, les prescriptions d'essai n'en font pas mention.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex C
(informative)

Selection of the long-duration discharge class of heavy-duty arresters

Heavy-duty arresters are normally applied where line discharge capability is required.

NOTE An application guide on arresters has been published as IEC 60099-1A (1965). This application guide is under revision and will be published as IEC 60099-5.

The test requirements shown in table 5 of 8.5.3.2 are based on the duty involved in discharging transmission lines with the following characteristics, table C.1, which are considered to cover the majority of applications:

Table C.1 – Transmission line characteristics

Long-duration discharge class	Approximate range of system voltages	Approximative line length		Approximative line surge impedance	Approximate overvoltage factor (p.u.)*
	kV	km	(miles)	Ω	
1	Up to 245	300	(190)	450	3,0
2	Up to 300	300	(190)	400	2,6
3	Up to 420	360	(225)	350	2,6
4	Up to 525	420	(260)	325	2,4
5	Up to 765	480	(300)	300	2,2

* The base for the per unit values is the peak of the highest system line-to-neutral voltage.

Normally, the long-duration discharge class is based on the corresponding system voltage in accordance with table C.1. However, where system characteristics vary appreciably from those in the table, arresters of one discharge class may be used at system voltages corresponding to higher or lower classes. In such cases a study of the particular circumstances is recommended. In general, the arrester should not be used in situations where the gaps and non-linear resistors are submitted to the energy or the current developed during the discharge of switching surges exceeding those developed in the long-duration tests performed on these components. At lower voltages the energy may be the predominant requirement and at higher voltages the current.

As shown in table C.1 system parameters requiring consideration in determining the severity of the duty imposed during the discharge of switching surges are:

– line length;
– line surge impedance;
– level of overvoltage developed (overvoltage factor).

A further parameter to be considered is the rated arrester voltage in relation to system voltage. Other parameters and system conditions are also of importance but as the test requirements do not, for practical reasons, give consideration to these, they are not dealt with here.

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe D
(informative)

Circuit de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai aux chocs de courant de longue durée (suivant 8.5.3)

Le but de cette annexe est de proposer le principe d'un circuit d'essai approprié à l'essai aux chocs de courant de longue durée et d'indiquer le rôle des différents éléments du circuit plutôt que de spécifier un circuit d'essai normalisé qu'il conviendrait d'utiliser dans tous les essais.

La spécification des essais indique les prescriptions concernant la forme d'onde, la durée, la tension de charge, la résistance de charge, l'intervalle entre les chocs, etc.

La manière exacte dont on remplit ces conditions est sans importance. Il existe de nombreuses variantes possibles à la fois dans la disposition du circuit et dans le choix des valeurs des différents éléments. La figure D.1 représente un schéma simplifié de générateur de choc à constantes réparties. L'impédance d'onde du générateur correspond à:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ en négligeant la résistance}$$

Le nombre d'étages *LC* du générateur doit être normalement d'environ dix, en vue d'obtenir une forme d'onde acceptable. La limitation des oscillations au début et à la fin de la crête de l'onde peut exiger une augmentation des inductances aux deux extrémités du générateur ainsi que l'adjonction de résistances en parallèle, *R*, destinées à compenser la réduction de la raideur du front provenant de l'augmentation des inductances.

L'éclateur de déclenchement peut être un simple interrupteur. Cependant, si la tension de charge du générateur ne suffit pas à provoquer l'amorçage de l'échantillon de parafoudre, il peut être nécessaire d'utiliser un petit générateur de choc auxiliaire. Dans ce cas, le générateur de choc à constantes réparties et le générateur de choc auxiliaire doivent être tous les deux séparés de l'échantillon essayé par des éclateurs de déclenchement.

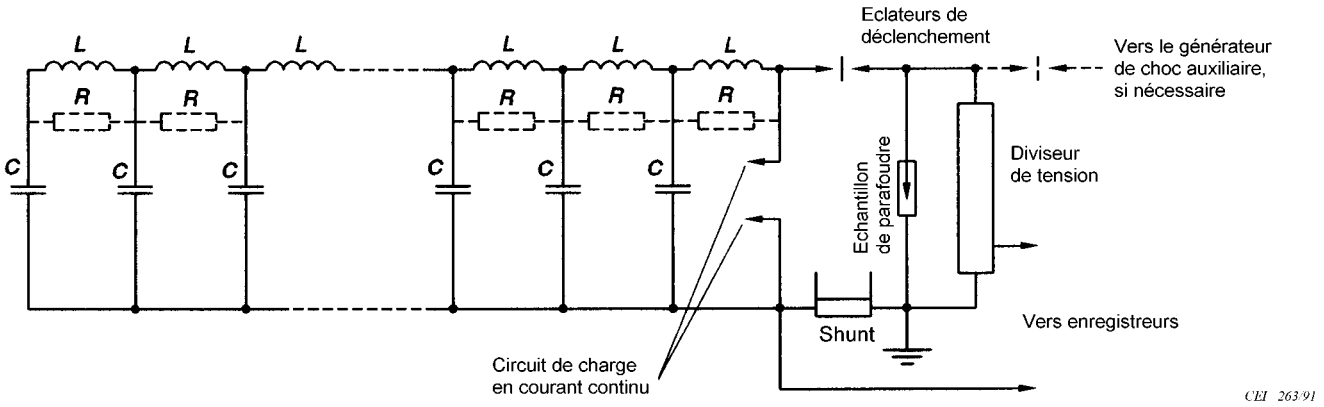

Figure D.1 – Circuit type de générateur de choc à constantes réparties pour l'essai aux chocs de longue durée

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex D
(informative)

Typical circuit for a distributed-constant impulse generator for the long-duration current impulse test according to 8.5.3

It is the purpose of this annex to give the principle of a suitable test circuit for use in the long-duration current impulse test and to describe the function of the various circuit components rather than to specify a standard test-circuit which should be used in all tests.

The requirements of wave shape, duration, charging voltage, load resistor, interval between impulses, etc., are given in the test specification.

The exact method by which these requirements are met is immaterial. There are many possible variations both in the arrangement of the circuit and in the choice of values for the various components. Figure D.1 shows a simplified diagram of a distributed-constant impulse generator. The surge impedance of the generator is determined by:

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}}$$ when neglecting the resistance.

The number of *LC* sections of the generator will normally be about ten to produce an acceptable waveshape. To limit the oscillations at the beginning and the end of the peak of the wave, it may be necessary to increase the inductances at both ends of the generator as well as to introduce parallel resistors, *R*, to compensate the reduced front steepness caused by the increased inductances.

The triggering gap can be a simple switch. However, if the generator charging voltage is insufficient to sparkover the arrester sample, a small auxiliary impulse generator may be required. In that case, both the distributed-constant impulse generator and the auxiliary impulse generator must be separated from the test sample by triggering gaps.

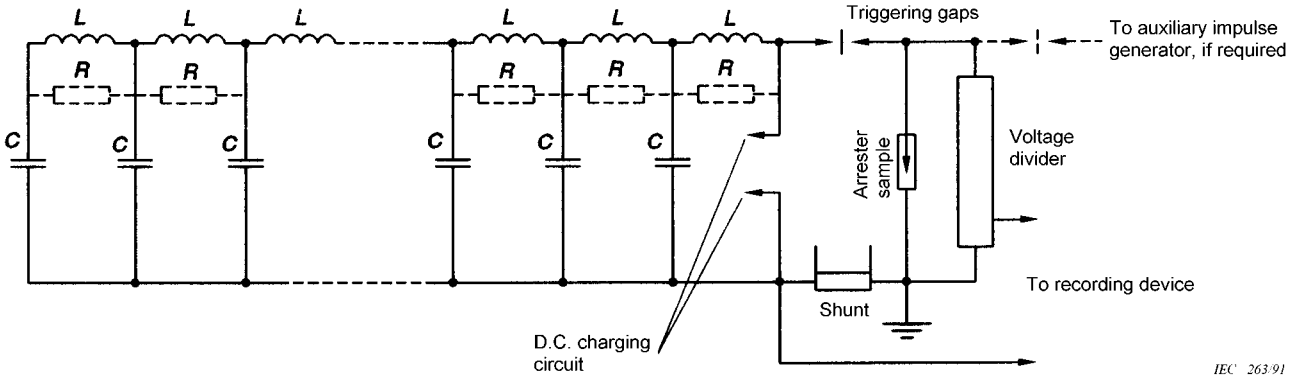

Figure D.1 – Typical circuit for a distributed-constant impulse generator for the long-duration impulse test

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Il est recommandé d'enregistrer le courant traversant l'échantillon essayé et la tension à ses bornes.

Le contrôle de la forme d'onde à l'aide d'un étalonnage utilisant une résistance de charge de valeur très voisine de l'impédance d'onde du générateur est imposé en 8.5.3. Dans le cas contraire, on ne satisferait pas aux prescriptions concernant la forme d'onde.

Il est souhaitable que la conception du générateur de choc à constantes réparties permette un changement facile des inductances et des condensateurs. De plus, un générateur de tension adéquate permet de régler correctement l'impédance d'onde en adaptant la tension assignée de l'échantillon en essai; on doit toutefois remarquer qu'on ne peut modifier la tension assignée de l'échantillon que par échelons correspondant à la tension assignée la plus faible des fractions de parafoudre utilisées dans la construction considérée.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The current through and the voltage across the test sample should be recorded.

As required in 8.5.3 the waveshape shall be checked by a calibration procedure using a load resistor, the value of which should be very close to that of the generator surge impedance. Otherwise, the requirements with respect to the waveshape will not be fulfilled.

The design of the distributed-constant impulse generator should be such as to permit the inductance and capacitance to be changed readily. Moreover, a generator of adequate voltage permits alteration of the test sample rating so as to suit the surge impedance. However, it should be noted that the sample rating can only be altered in steps equal to the lowest voltage rating of the arrester sections used in the particular arrester design.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annexe E
(informative)

Circuit type pour l'essai de fonctionnement (suivant 8.6)

Le but de cette annexe est de proposer un circuit approprié à l'essai de fonctionnement (figure E.1) et d'indiquer le rôle des différents éléments du circuit plutôt que de spécifier un circuit d'essai normalisé qu'il conviendrait d'utiliser dans tous les essais. Les prescriptions pour les essais de fonctionnement, telles que la tension à fréquence industrielle, les caractéristiques du choc de courant déclencheur et le réglage de ce choc par rapport à l'onde de tension à fréquence industrielle sont indiquées en 8.6. La manière exacte dont on remplit ces conditions est sans importance. Il existe de nombreuses variantes possibles à la fois dans la disposition du circuit et dans le choix des valeurs des différents éléments.

L'échantillon en essai est réuni directement à la source d'alimentation à fréquence industrielle, qui est généralement un transformateur, bien que cela ne soit pas essentiel. Un générateur de choc, représenté sous la forme d'un circuit à deux étages, bien qu'il puisse ne comporter qu'un étage s'il est suffisant, est relié au parafoudre par une résistance R, une inductance L et des éclateurs G_1 et G_2. La forme d'onde du choc de courant est obtenue en choisissant des valeurs convenables pour C, R et L. Un shunt non inductif de faible résistance R_3 et un réducteur de tension D.T. sont utilisés pour la mesure du courant et de la tension. Un shunt R_4, inséré dans la connexion de terre du transformateur de puissance, est utilisé pour l'enregistrement du courant de suite.

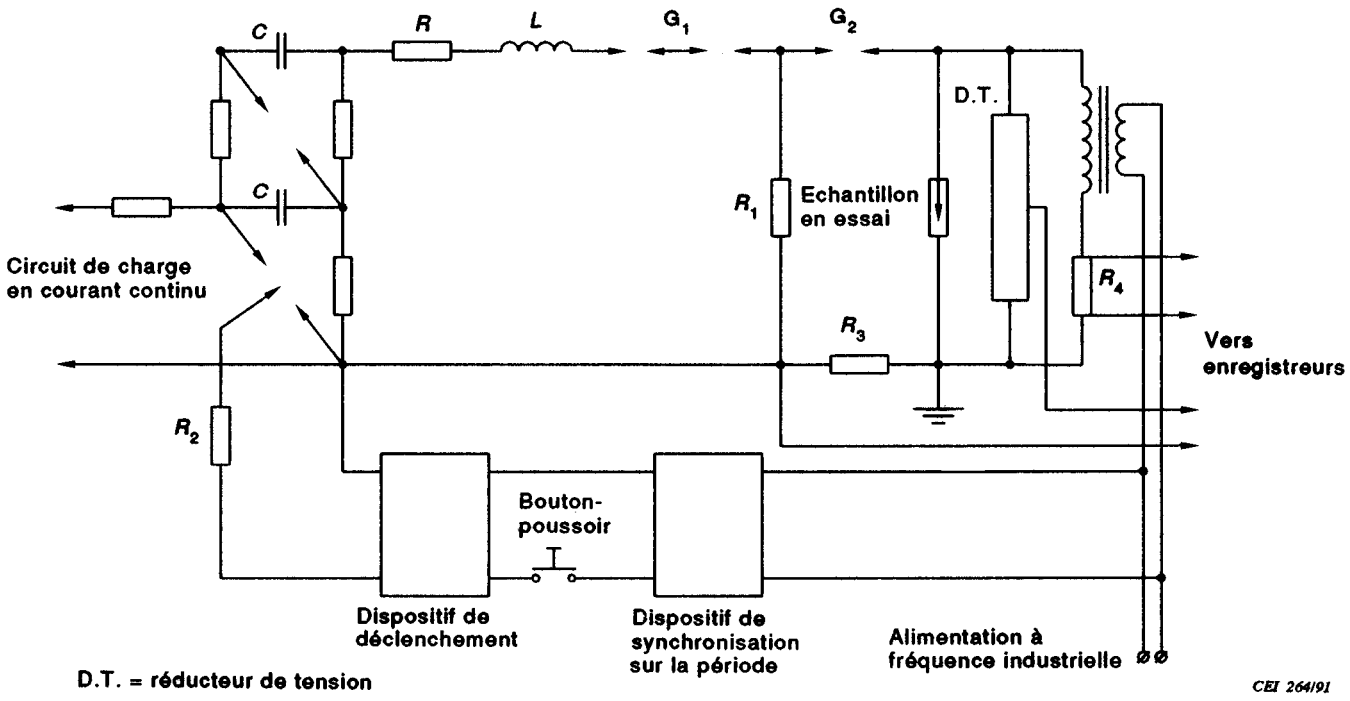

Figure E.1 – Schéma de circuit d'essai type pour l'essai de fonctionnement

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

Annex E
(informative)

Typical circuit for operating-duty test according to 8.6

It is the purpose of this annex to suggest a suitable test-circuit (figure E.1) for use in the operating-duty test and to describe the function of the various circuit components rather than to specify a standard test-circuit which should be used in all tests. The requirements for the operating-duty test, such as the power-frequency voltage, the characteristics of the initiating current impulse, and the timing of the initiating impulse with respect to the power-frequency voltage wave are described in 8.6. The exact method by which these requirements are met is not important. There are many possible variations both in the arrangement of the circuit and in the choice of values for the various components.

The test sample is connected directly across the power-frequency supply, usually a transformer, although this is not essential. An impulse generator, shown as a two-stage circuit although it may be a single-stage circuit if adequate, is connected to the arrester through a resistor R, an inductor L and spark-gaps G_1 and G_2. The waveshape of the current impulse is controlled by selecting suitable values for C, R, and L. A low-resistance non-inductive shunt R_3 and a voltage divider V.D. are shown for the measurements of current and voltage respectively. A shunt R_4 is shown in the leads from the power transformer for recording the follow-current.

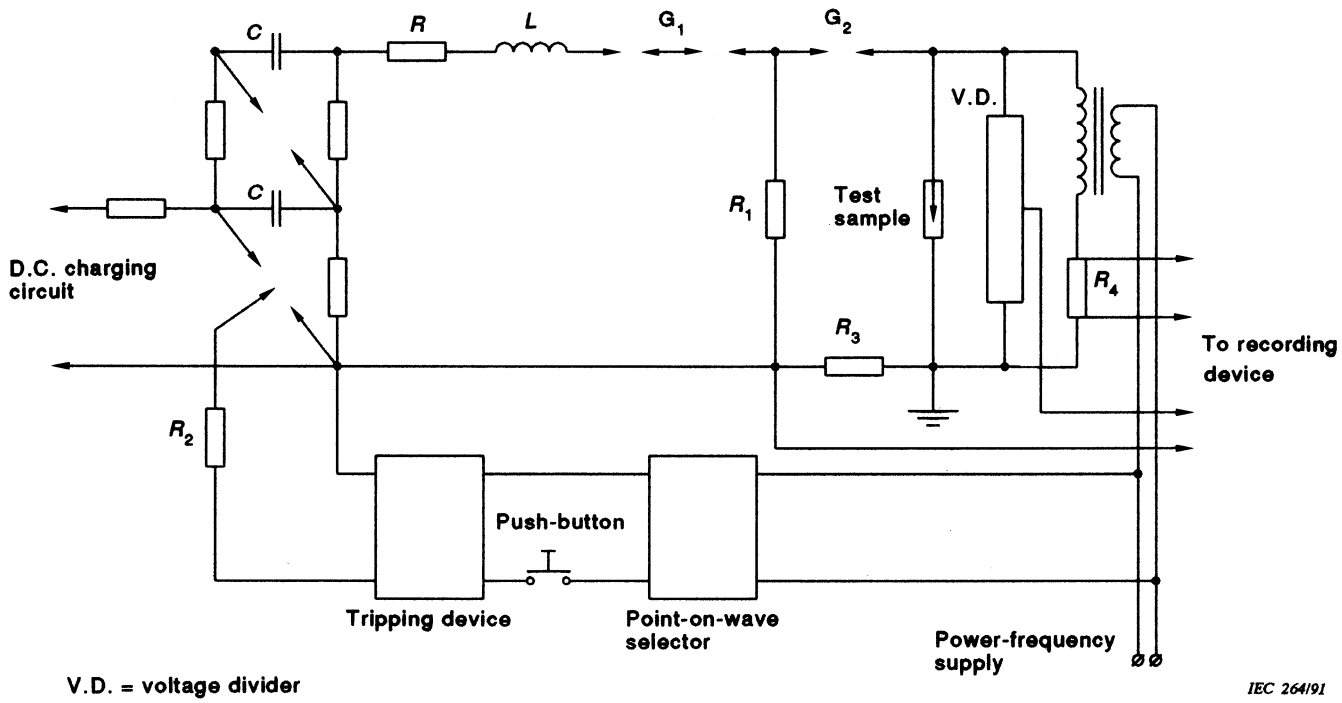

Figure E.1 – Typical test-circuit diagram for operating-duty test

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS
Not for Resale

L'éclateur qui isole le générateur de choc du circuit de puissance peut avoir des formes diverses. Dans le modèle indiqué, la résistance R_1, si elle est utilisée, peut être de l'ordre du mégohm et sert à maintenir un point de l'éclateur multiple au potentiel de la terre quand aucun courant n'y passe. La partie G_1 de l'éclateur n'est ainsi soumise à aucune tension à fréquence industrielle et peut amorcer sur n'importe quel instant de la période. La partie G_2 de l'éclateur est aussi petite que le permet la tenue de la tension à fréquence industrielle. La partie G_1 a pour but de couper le courant à fréquence industrielle débité dans le générateur de choc après la décharge et c'est la raison pour laquelle on a prévu un éclateur divisé. Si l'éclateur reste conducteur après la décharge, un échange d'énergie entre la capacité du générateur de choc et la source à fréquence industrielle peut apparaître et troubler le déroulement de l'essai. Le passage permanent du courant à fréquence industrielle peut également endommager le générateur de choc.

On peut enregistrer la tension à fréquence industrielle par l'intermédiaire d'un diviseur de tension ou d'un transformateur de tension.

Le générateur de choc doit être déclenché à l'instant voulu de la période de la tension à fréquence industrielle. Cela peut être obtenu à l'aide d'un éclateur synchrone ou d'un dispositif de synchronisation indiqué sur la figure E.1, agissant par l'intermédiaire d'un dispositif de déclenchement. Ce dernier applique une impulsion à haute tension à l'électrode médiane d'un éclateur triple du générateur de choc. Une résistance élevée, R_2, empêche le passage d'un courant de choc appréciable dans le circuit de déclenchement.

Le déclenchement du générateur de choc peut être provoqué par un bouton-poussoir ou tout autre moyen mettant en marche le système d'enregistrement et déclenchant le générateur de choc à l'instant choisi sur l'onde de tension à fréquence industrielle.

———————

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

The spark-gap which isolates the impulse generator from the power circuit may be of various forms. In the type of gap shown, the resistor R_1, if used, may be of the order of a megohm and serves to maintain a point in the multiple spark-gap at earth potential when no current is flowing. The part G_1 of the gap does not, therefore, have any of the power-frequency voltage across it and can be made to spark over at any point in the cycle. The part G_2 of the gap is made as small as is consistent with its ability to withstand the power-frequency voltage. The part G_1 is intended to interrupt any power-frequency current flowing to the impulse generator after the end of the impulse, and it is to assist in this that a multiple construction is shown. If the gap remains conducting after the end of the impulse, there may be an interchange of energy between the capacitance of the impulse generator and the power source which will disturb the test procedure. Damage to the impulse generator may also result from the continued flow of power-frequency current.

The power-frequency voltage may be recorded across a voltage divider or a voltage transformer.

The impulse generator shall be tripped at the correct instant on the power-frequency voltage wave. This may be accomplished by means of a synchronous spark-gap or by a point-on-wave selector, as shown in figure E.1, through a tripping device. This applies a high-voltage pulse to the centre electrode of the three-electrode gap in the impulse generator. A high resistance, R_2, prevents appreciable impulse current flowing in the tripping circuit.

The tripping of the impulse generator may be initiated by means of a push button or any means which sets in operation the recording system and trips the impulse generator at the selected instant on the power-frequency voltage wave.

--`,,```,,,,````-`-`,,`,,`,`,,`---

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS Not for Resale

ISBN 2-8318-4992-6



ICS 29.120.50; 29.240.10

Typeset and printed by the IEC Central Office
GENEVA, SWITZERLAND

Copyright International Electrotechnical Commission
Provided by IHS under license with IEC
No reproduction or networking permitted without license from IHS

Not for Resale