

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C.E.I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 99-2

Première édition — First edition

1962

Parafoudres

Deuxième Partie: Parafoudres à expulsion

Lightning arresters

Part 2: Expulsion-type lightning arresters



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA C. E. I.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

I. E. C. RECOMMENDATION

Publication 99-2

Première édition — First edition

1962

Parafoudres

Deuxième Partie: Parafoudres à expulsion

Lightning arresters

Part 2: Expulsion-type lightning arresters



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe
Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	8
PRÉFACE	8
Article SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION	
1. Domaine d'application	10
SECTION DEUX — GÉNÉRALITÉS	
2. Conditions normales d'emploi	10
SECTION TROIS — DÉFINITIONS	
3. Parafoudre	12
4. Parafoudre à expulsion	12
5. Chambre de coupure d'un parafoudre à expulsion	12
6. Eclateur série extérieur	12
7. Tension nominale du parafoudre	12
8. Fréquence nominale du parafoudre	12
9. Courant de suite	12
10. Courant de décharge	12
11. Tension résiduelle d'un parafoudre	12
12. Tension de tenue à fréquence industrielle d'un parafoudre	14
13. Tension d'amorçage au choc d'un parafoudre	14
14. Domaine nominal de courant de décharge à fréquence industrielle d'un parafoudre à expulsion	14
15. Courant présumé	14
16. Tension transitoire de rétablissement	14
17. Tension de rétablissement (tension de rétablissement à fréquence industrielle)	14
18. Tension transitoire de rétablissement propre à un circuit	14
19. Tension transitoire de rétablissement d'essai	16
20. Tension transitoire de rétablissement de réseau	16
21. Tension transitoire de rétablissement nominale	16
22. Vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement	16
23. Valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement	16
24. Facteur d'amplitude d'une tension transitoire de rétablissement	18
25. Fréquence propre d'oscillation d'un circuit	18
26. Facteur de puissance d'un court-circuit	18
27. Essai de fonctionnement	18
28. Coefficient de mise à la terre	18
29. Réseau à neutre isolé	18
30. Réseau compensé par bobine d'extinction	18
31. Réseau à neutre à la terre	20
32. Essais de type	20
33. Essais individuels	20
34. Essais de prélèvement	20
35. Essais de réception	20
36. Onde de choc	20
37. Valeur de crête	20

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9

Clause	SECTION ONE — SCOPE
--------	---------------------

1. Scope	11
--------------------	----

SECTION TWO — GENERAL

2. Normal service conditions	11
--	----

SECTION THREE — DEFINITIONS

3. Lightning arrester	13
4. Expulsion-type lightning arrester	13
5. Arcing chamber of expulsion-type arrester	13
6. External series gap of expulsion-type arrester	13
7. Rated voltage of an arrester	13
8. Rated frequency of an arrester	13
9. Follow current	13
10. Discharge current	13
11. Residual voltage (discharge voltage) of an arrester	13
12. Power-frequency withstand voltage of an arrester	15
13. Impulse sparkover voltage of an arrester	15
14. Power-frequency current-interrupting rating of expulsion-type arrester	15
15. Prospective current (available current)	15
16. Restriking voltage (transient recovery voltage)	15
17. Recovery voltage (power-frequency recovery voltage)	15
18. Inherent restriking voltage (circuit transient recovery voltage)	15
19. Test restriking voltage (test transient recovery voltage)	17
20. System restriking voltage (system transient recovery voltage)	17
21. Rated restriking voltage (rated transient recovery voltage)	17
22. Rate-of-rise of restriking voltage (transient recovery voltage rate)	17
23. Peak (crest) restriking voltage	17
24. Amplitude factor of a restriking voltage (transient recovery voltage)	19
25. Natural frequency	19
26. Short-circuit power-factor	19
27. Operating-duty test	19
28. Coefficient of earthing	19
29. Isolated-neutral system	19
30. Resonant-earthed system (neutralizer grounded system)	19
31. Earthed-neutral system	21
32. Type tests (design tests)	21
33. Routine tests	21
34. Sampling tests	21
35. Acceptance tests	21
36. Impulse	21
37. Peak (crest) value	21

Article	Pages
38. Front d'une onde de choc	22
39. Queue d'une onde de choc	22
40. Origine conventionnelle des temps d'une onde de choc	22
41. Durée conventionnelle de l'onde	22
42. Raideur conventionnelle du front d'onde	22
43. Durée de l'onde jusqu'à la moitié de la valeur de la crête (durée conventionnelle d'une onde de choc)	22
44. Enoncé de la forme d'une onde de choc	22

SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES ET VALEURS NORMALES

45. Caractéristiques des parafoudres	24
46. Classification des parafoudres à expulsion	24
47. Tensions nominales normales	26
48. Plage normalisée des fréquences	28
49. Valeurs normales des courants de tenue au choc	28
50. Valeurs normales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, des tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance	28

SECTION CINQ — SPÉCIFICATIONS D'ESSAI

A. Conditions générales d'essai	
51. Échantillons destinés aux essais et mesures	28
52. Essais de choc	28
53. Essais à fréquence industrielle	30
54. Essais sous pluie	30
B. Essais de type	
55. Nombre d'échantillons essayés	32
56. Essais de tenue à la tension de l'isolation du parafoudre	32
57. Essais de tenue à fréquence industrielle des parafoudres à expulsion complets	32
58. Essai d'amorçage au choc en onde 1/50	32
59. Essai d'amorçage sur le front de l'onde	34
60. Essai de vérification de la tension résiduelle	34
61. Essais de tenue aux courants de choc	34
62. Essai de fonctionnement	36
C. Essais de contrôle de fabrication et essais de réception	
63. Essais individuels	40
64. Essais de contrôle du constructeur	42
65. Essais de réception normaux	42

SECTION SIX — TABLEAUX

II. Valeurs normales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, des tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance du court-circuit des parafoudres à expulsion. Parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 30 kiloampères	44
III. Valeurs normales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, des tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance du court-circuit des parafoudres à expulsion. Parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 65 kiloampères	48

Clause	Page
38. Wavefront of an impulse	23
39. Wavetail of an impulse	23
40. Virtual zero time (conventional origin) of an impulse	23
41. Virtual (conventional) duration of wavefront	23
42. Virtual steepness of wavefront	23
43. Time to half value on the wavetail (virtual duration of an impulse)	23
44. Wave shape designation of an impulse	23

SECTION FOUR — IDENTIFICATION AND STANDARD RATINGS

45. Arrester identification	25
46. Classification of expulsion-type arresters	25
47. Standard voltage ratings	27
48. Standard frequency range	29
49. Standard impulse withstand currents	29
50. Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and power-factors	29

SECTION FIVE — TEST SPECIFICATIONS

A. General testing procedure	
51. Test samples and measurements	29
52. Impulse tests	29
53. Power-frequency tests	31
54. Wet tests	31
B. Type tests (design tests)	
55. Number of test specimens	33
56. Voltage withstand tests of arrester insulation	33
57. Power-frequency voltage withstand tests on complete expulsion arresters	33
58. 1/50 impulse sparkover test	33
59. Front-of-wave impulse sparkover test	35
60. Residual voltage test	35
61. Impulse current withstand tests	35
62. Operating-duty test	37
C. Manufacturer's control tests and acceptance tests	
63. Routine tests	41
64. Manufacturer's control tests	43
65. Standard acceptance tests	43

SECTION SIX — TABLES

II. Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and short-circuit power-factors of expulsion-type arresters. 30 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters	45
III. Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and short-circuit power-factors of expulsion-type arresters. 65 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters	49

Article	Pages
IV. Valeurs normales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, des tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance du court-circuit des parafoudres à expulsion. Parafoudres de la classe « ligne »	50
V. Prescriptions d'essai et caractéristiques de fonctionnement des parafoudres à expulsion de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge de 30 et 65 kiloampères	52
VI. Prescriptions d'essai et caractéristiques de fonctionnement des parafoudres à expulsion de la classe « ligne »	54

ANNEXES

A. Méthodes de détermination des formes de l'onde de la tension transitoire de rétablissement propre à un circuit	56
B. Méthodes d'évaluation du facteur d'amplitude et de la vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement propre aux circuits d'essai	74
C. Mesure du facteur de puissance d'un court-circuit (ou du rapport X/R)	80
D. Guide d'application des parafoudres à expulsion	86

Withdrawing

Clause	Page
IV. Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and short-circuit power-factors for expulsion-type arresters. Transmission-class arresters	51
V. Test requirements and performance characteristics for 30 and 65 kiloamperes low discharge capacity distribution-class expulsion-type arresters	53
VI. Test requirements and performance characteristics for transmission-class expulsion-type arresters .	55

APPENDICES

A. Methods of determining inherent restriking voltage waveforms	57
B. Methods of evaluating the amplitude factor and rate-of-rise of inherent restriking voltage of test circuits	75
C. Measurement of the short-circuit power-factor (or X/R ratio)	81
D. Guide to the application of expulsion-type lightning arresters	87

Witholdam

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFOUDRES

Deuxième Partie: Parafoudres à expulsion

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C.E.I. en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager cette unification internationale, la C.E.I. exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C.E.I. dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ses recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente publication a été établie par le Comité d'Etudes N° 37, Parafoudres, et constitue la deuxième partie des recommandations de la C.E.I. relatives aux parafoudres.

La première partie de ces recommandations, applicables aux parafoudres à résistance variable, a été éditée comme Publication 99-1 de la C.E.I.

Des projets concernant la présente publication furent discutés lors de réunions tenues à Moscou en juillet 1957, à Stockholm en juillet 1958 et à Madrid en juillet 1959. A la suite de cette dernière réunion, un projet définitif fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en avril 1960.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Allemagne
Belgique
Danemark
Etats-Unis d'Amérique
Finlande
France
Hongrie

Italie
Pays-Bas
Roumanie
Royaume-Uni
Suède
Suisse
Union des Républiques Socialistes Soviétiques

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LIGHTNING ARRESTERS

Part 2: Expulsion-type lightning arresters

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I.E.C. on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote this international unification, the I.E.C. expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I.E.C. recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This publication has been prepared by Technical Committee No. 37, Lightning arresters, and constitutes Part 2 of the I.E.C. recommendations for lightning arresters.

Part 1 of the recommendations, applying to lightning arresters of the non-linear resistor type, is published as I.E.C. Publication 99-1.

Drafts of the present publication were discussed at meetings held in Moscow in July 1957, Stockholm in July 1958 and Madrid in July 1959. As a result of this latter meeting, a final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in April 1960.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Belgium	Netherlands
Denmark	Romania
Finland	Sweden
France	Switzerland
Germany	Union of Soviet Socialist Republics
Hungary	United Kingdom
Italy	United States of America

PARAFOUDRES

Deuxième Partie: Parafoudres à expulsion

SECTION UN — DOMAINE D'APPLICATION

1. Domaine d'application

Cette partie des recommandations s'applique aux appareils de protection contre les surtensions, prévus pour des fonctionnements répétés, servant à limiter les surtensions et à couper le courant de suite sur les réseaux d'énergie à courant alternatif et destinés à la protection des transformateurs de distribution et à la protection des lignes aériennes. Elle s'applique aux parafoudres comprenant des éclateurs simples ou multiples en série avec une chambre de coupure.

SECTION DEUX — GÉNÉRALITÉS

2. Conditions normales d'emploi

Les parafoudres conformes aux présentes recommandations doivent convenir pour un fonctionnement dans les conditions suivantes:

- a) Température ambiante ne dépassant pas 40°C.
- b) Altitude ne dépassant pas 1 000 mètres (3 300 pieds).
- c) Fréquence du courant alternatif d'alimentation comprise entre 48 Hz (inclus) et 62 Hz (inclus).
- d) Tension à fréquence industrielle appliquée entre les bornes de phase et de terre du parafoudre au plus égale à la tension nominale du parafoudre.
- e) Courants de défaut présumés maximal et minimal à l'emplacement du parafoudre dans la gamme de courants normaux d'interruption des parafoudres, à fréquence industrielle. On doit tenir compte des changements possibles des courants de défaut présumés qui peuvent provenir de modifications du réseau telles que la modification de la capacité du réseau ou la mise à la terre du neutre.
- f) Facteur de puissance de court-circuit du réseau au lieu d'installation du parafoudre, au moins égal à la valeur convenable du facteur de puissance du circuit d'essai ou au plus égal à la valeur convenable X/R du circuit d'essai (voir article 62, paragraphe iii).
- g) Vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement (ou fréquence propre) et facteur d'amplitude du réseau au plus égaux aux valeurs nominales de la vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement et du facteur d'amplitude (voir article 62, paragraphes iv et v).

Les parafoudres destinés à des utilisations ou à des conditions d'emploi différentes peuvent exiger une étude spéciale pour leur construction ou leur utilisation; chaque cas doit alors être étudié avec le constructeur. Voir Annexe D pour les utilisations spéciales et les conditions d'emploi anormales.

LIGHTNING ARRESTERS

Part 2: Expulsion-type lightning arresters

SECTION ONE — SCOPE

1. Scope

This part of the recommendations applies to surge protective devices designed for repeated operation to limit voltage surges on alternating current power circuits and to interrupt follow current for protection of distribution transformers and overhead lines. It applies to lightning arresters consisting of single or multiple spark gaps in series with an arcing chamber.

SECTION TWO — GENERAL

2. Normal service conditions

Lightning arresters which conform to these recommendations shall be suitable for operation under the following conditions:—

- a) Ambient temperature not exceeding 40°C.
- b) Altitude not exceeding 1 000 metres (3 300 feet).
- c) Frequency of the alternating current supply not less than 48 and not exceeding 62 Hz (c/s).
- d) Power-frequency voltage applied between the line and earth terminals of the arresters not exceeding its rated voltage.
- e) Maximum and minimum prospective fault currents at the arrester locations within the range of minimum-maximum power-frequency current-interrupting ratings of the arresters. Possible changes in the prospective fault current which may result from changes in the system, such as changes in system capacity or neutral grounding, must be considered.
- f) Short-circuit power-factor of the system at the point of installation of the arrester, not lower than the appropriate test circuit power-factor, or higher than the appropriate X/R ratio. (See Clause 62, paragraph iii.)
- g) Rate-of-rise of restriking voltage (or natural frequency) and the amplitude factor of the system must not exceed the rated rate-of-rise of restriking voltage and the rated amplitude factor. (See Clause 62, paragraphs iv and v.)

Arresters subjected to other than normal applications or service conditions may require special consideration in manufacture or application and each such case should be discussed with the manufacturer. See Appendix 12 for special applications and for abnormal service conditions.

SECTION TROIS — DÉFINITIONS

Les définitions ci-après ont été adoptées pour ce qui concerne les présentes recommandations.

3. Parafoudre

Appareil destiné à protéger le matériel électrique contre les surtensions transitoires élevées, à être branché entre les conducteurs d'un réseau et la terre et à limiter la durée et souvent l'amplitude du courant de suite.

Note: Le terme « parafoudre » comprend tout éclateur extérieur en série nécessaire au bon fonctionnement du dispositif lorsqu'il est installé en service, sans tenir compte du fait que cet éclateur soit ou non fourni comme partie intégrante du dispositif.

4. Parafoudre à expulsion

Parafoudre possédant une chambre de coupure dans laquelle l'arc du courant de suite est confiné et amené en contact avec une matière dégageant un gaz ou éteignant l'arc autrement, limitant ainsi la tension à la borne de la « ligne » et provoquant l'interruption du courant.

5. Chambre de coupure d'un parafoudre à expulsion

Partie d'un parafoudre à expulsion qui permet l'écoulement à la terre du courant de décharge et interrompt le courant de suite.

6. Eclateur série extérieur

Intervalle réalisé entre les électrodes situées en série avec l'éclateur ou les éclateurs de la chambre de coupure.

7. Tension nominale du parafoudre

Valeur spécifiée maximale de la tension efficace à fréquence industrielle admissible entre ses bornes de ligne et de terre.

8. Fréquence nominale du parafoudre

La fréquence ou la plage des fréquences nominales du réseau pour laquelle le parafoudre est prévu.

9. Courant de suite

Courant débité par le réseau et écoulé par le parafoudre après le passage du courant de décharge.

10. Courant de décharge

Onde de courant écoulée par le parafoudre après un amorçage.

11. Tension résiduelle d'un parafoudre

Tension qui apparaît entre les bornes d'un parafoudre pendant le passage du courant de décharge.

SECTION THREE — DEFINITIONS

The following definitions have been adopted for the purposes of these recommendations.

3. **Lightning arrester**

A device designed to protect electrical apparatus from high transient voltage, to be connected between the electrical conductors of a network and earth, and to limit the duration and frequently the amplitude of follow current.

Note: The term "lightning 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.

4. **Expulsion-type lightning arrester (Expulsion-type arrester)**

An arrester having an arcing chamber in which the follow-current arc is confined and brought into contact with gas evolving or other arc extinguishing material in a manner which results in the limitation of the voltage at the line terminal and the interruption of the follow current.

5. **Arcing chamber of expulsion-type arrester**

That part of an expulsion-type arrester which permits the flow of discharge current to earth and interrupts the follow current.

6. **External series gap of expulsion-type arrester**

An intentional gap between spaced electrodes in series with the gap or gaps in the arcing chamber.

7. **Rated voltage of an arrester**

The designated maximum permissible r.m.s. value of power-frequency voltage between its line and earth terminals.

8. **Rated frequency of an arrester**

The frequency, or range of rated frequencies, of the power systems on which the arrester is designed to be used.

9. **Follow current**

The current from the connected power source which flows through an arrester following the passage of discharge current.

10. **Discharge current**

The surge current which flows through the arrester after a sparkover.

11. **Residual voltage (discharge voltage ¹⁾) of an arrester**

The voltage that appears between the line and earth terminals of an arrester during the passage of discharge current.

¹⁾ Terms in parentheses are those commonly used in Canada and the United States of America.

12. Tension de tenue à fréquence industrielle d'un parafoudre

Valeur efficace de la tension à fréquence industrielle la plus élevée, appliquée entre les bornes d'un parafoudre, qui est requise par le parafoudre pour amorçage de tous les éclateurs série.

13. Tension d'amorçage au choc d'un parafoudre

Valeur la plus élevée de la tension qui est atteinte avant le passage du courant de décharge quand une onde de forme et de polarité données est appliquée entre les bornes d'un parafoudre.

14. Domaine nominal de courant de décharge à fréquence industrielle d'un parafoudre à expulsion

Plage des courants présumés (du minimum au maximum) à l'intérieur de laquelle le parafoudre doit pouvoir fonctionner à sa tension nominale et dans des conditions prescrites de vitesse de rétablissement, de tension transitoire de rétablissement, de facteur d'amplitude et de facteur de puissance (ou de rapport X/R).

Note: Le courant de suite traversant le parafoudre est inférieur au courant présumé lorsque le parafoudre a la propriété de limiter le courant.

15. Courant présumé

Valeur efficace du courant de court-circuit symétrique qui circulerait en un point donné d'un circuit si, en ce point, le (ou les) parafoudre(s) était (étaient) remplacé(s) par des connexions d'impédance nulle.

16. Tension transitoire de rétablissement

Tension apparaissant aux bornes d'un parafoudre à expulsion aussitôt après la coupure du courant de suite.

Cette tension peut être considérée comme la somme de deux composantes, l'une périodique à fréquence industrielle et l'autre transitoire pouvant être oscillatoire (à une ou plusieurs fréquences) ou non oscillatoire (par exemple exponentielle) ou une combinaison de celles-ci selon les caractéristiques du circuit et du parafoudre.

17. Tension de rétablissement (tension de rétablissement à fréquence industrielle)

Composante à fréquence industrielle de la tension transitoire de rétablissement. Elle s'évalue en valeur efficace.

Pour les parafoudres à expulsion, elle s'exprime par la tension entre les bornes de ligne et de terre des parafoudres.

Note: La tension de rétablissement dépend de la mise à la terre du réseau et des conditions du défaut et elle peut dépasser la tension du réseau entre phase et terre à l'emplacement du parafoudre.

18. Tension transitoire de rétablissement propre à un circuit

Tension transitoire de rétablissement associée à un circuit particulier, qui résulte des caractéristiques propres à ce circuit et dont la forme n'est pas modifiée par les caractéristiques du parafoudre. Le terme est défini par le facteur d'amplitude et par l'indication soit de la vitesse d'accroissement de la tension de rétablissement soit de la fréquence propre (voir articles 22 à 25).

Note: Elle serait obtenue dans le circuit considéré si un courant sinusoïdal symétrique était coupé par un parafoudre idéal (sans tension d'arc ni conductivité résiduelle) sous une tension de rétablissement à fréquence industrielle spécifiée.

12. Power-frequency withstand voltage of an arrester

The r.m.s. value of the highest power-frequency voltage, applied between the line and earth terminals of an arrester, which the arrester is required to withstand without sparkover of all of the series gaps.

13. Impulse sparkover voltage of an arrester

The highest value of voltage attained during an impulse of given wave shape and polarity applied between the line and earth terminals of an arrester prior to the flow of discharge current.

14. Power-frequency current-interrupting rating of expulsion-type arrester

The range of minimum to maximum prospective currents within which the arrester is designed to operate at its rated voltage under prescribed conditions of rate-of-rise of restriking voltage, amplitude factor and power-factor (or X/R ratio).

Note: The follow current passed by the arrester will be lower than the prospective current when the arrester has current limiting characteristics.

15. Prospective current (available current ¹⁾)

The r.m.s. symmetrical short-circuit current which would flow at a given point in a circuit if the arrester(s) at that point were replaced by links of zero impedance.

16. Restriking voltage (transient recovery voltage ¹⁾)

The voltage which appears across the terminals of an expulsion-type arrester immediately after interruption of follow current.

This voltage may be considered as composed of two components, one of power-frequency and one transient component which may be oscillatory (at single or multi-frequency) or non-oscillatory (e.g. exponential) or a combination of these depending on the characteristics of the circuit and the arrester.

17. Recovery voltage (power-frequency recovery voltage ¹⁾)

The power-frequency component of the restriking voltage which is stated as an r.m.s. value.

For expulsion-type arresters, it is expressed as the voltage between the line and earth terminals of the arresters.

Note: The recovery voltage will depend on the system earthing and fault conditions and may exceed the normal phase-to-earth voltage of the system at the arrester.

18. Inherent restriking voltage (circuit transient recovery voltage ¹⁾)

The restriking voltage which is associated with a particular circuit and determined by the circuit parameters alone, its form being unmodified by the characteristics of the arrester. It is expressed in terms of amplitude factor and rate-of-rise (or natural frequency) (See Clauses 22 to 25).

Note: It would be obtained if in the particular circuit a sinusoidal symmetrical current were broken by an ideal expulsion-type arrester (no arc voltage and no post-arc conductivity) at a stated recovery voltage.

¹⁾ Terms in parentheses are those commonly used in Canada and the United States of America.

19. Tension transitoire de rétablissement d'essai

Tension transitoire de rétablissement réelle relevée lors d'un essai particulier.

Note: Cette tension est la tension transitoire de rétablissement propre au circuit d'essai modifiée par l'influence du parafoudre.

20. Tension transitoire de rétablissement de réseau

Tension transitoire de rétablissement propre au réseau au lieu d'installation du parafoudre.

Note: Lors de fonctionnements de parafoudres à expulsion intéressant deux ou trois phases, le premier parafoudre qui coupe est généralement soumis à une tension transitoire de rétablissement plus sévère que les parafoudres installés sur les autres phases.

21. Tension transitoire de rétablissement nominale

Tension transitoire de rétablissement propre à un circuit à laquelle se réfèrent les valeurs nominales du courant de coupure du parafoudre.

La tension transitoire de rétablissement nominale comporte une composante transitoire oscillant à une seule fréquence, qui satisfait par convention à l'équation:

$$e = E_m (1 - \varepsilon e^{-\alpha t} \cos 2 \pi f t)$$

dans laquelle:

e est la valeur instantanée de la tension

E_m est la valeur de crête de la tension de rétablissement aux bornes du parafoudre considéré

f est la fréquence de l'oscillation

t est le temps

ε est égal à 2,718

α est le coefficient d'amortissement

Elle s'exprime par son facteur d'amplitude nominal associé à sa vitesse nominale d'accroissement (voir articles 22 à 25).

22. Vitesse d'accroissement de la tension transitoire de rétablissement (en abrégé v.a.t.r.)

Taux d'accroissement exprimé en volts par microseconde, caractérisant l'allure de la tension transitoire de rétablissement et défini conventionnellement par la méthode prescrite à l'annexe B.

Pour une tension transitoire de rétablissement comportant une composante transitoire oscillant à une seule fréquence et, en particulier, pour une tension transitoire de rétablissement nominale, la v.a.t.r. s'obtient en faisant le quotient de l'amplitude maximale de l'oscillation par la durée de sa première demi-onde.

23. Valeur de crête de la tension transitoire de rétablissement

Valeur instantanée maximale atteinte par la tension transitoire de rétablissement.

19. Test restriking voltage (test transient recovery voltage ¹⁾)

The actual restriking voltage occurring on a particular test.

Note: This voltage is the inherent restriking voltage modified by the influence of the expulsion-type arrester.

20. System restriking voltage (system transient recovery voltage ¹⁾)

The inherent restriking voltage of the system at the point of installation of the arrester.

Note: On expulsion-type arrester operations involving two or three phases, the first arrester to clear is generally subjected to a more severe restriking voltage than the arresters on the remaining phases.

21. Rated restriking voltage (rated transient recovery voltage ¹⁾)

The inherent restriking voltage to which the current-interrupting rating of the expulsion-type arrester is related.

The rated restriking voltage has a single frequency transient component considered to conform to the expression:

$$e = E_m (1 - \epsilon^{-\alpha t} \cos 2\pi ft)$$

where:

e = instantaneous value of the voltage

E_m = peak value of the recovery voltage across the arrester under consideration

f = frequency of the oscillation

t = time

ϵ = 2.718

α = damping coefficient

It is expressed by its rated amplitude factor together with its rated rate-of-rise (see Clauses 22 to 25).

22. Rate-of-rise of restriking voltage (transient recovery voltage rate)

(Usually abbreviated to r.r.v.). The rate, expressed in volts per microsecond, which is representative of the increase of the restriking voltage, the assessment being made in accordance with a prescribed method in Appendix B.

For a restriking voltage having a single-frequency transient component and particularly for a rated restriking voltage, the r.r.v. is obtained by dividing the maximum amplitude of the oscillation by the duration of the first half-wave.

23. Peak (crest) restriking voltage

The maximum instantaneous voltage which is attained by the restriking voltage.

¹⁾ Terms in parentheses are those commonly used in Canada and the United States of America.

24. Facteur d'amplitude d'une tension transitoire de rétablissement

Rapport entre la valeur de crête de cette tension transitoire de rétablissement et la valeur de crête ($\sqrt{2}$ fois la valeur efficace) de la tension de rétablissement à fréquence industrielle.

Note: Voir la méthode de calcul à l'annexe B.

25. Fréquence propre d'oscillation d'un circuit

Fréquence(s) à laquelle (ou auxquelles) le circuit oscille en régime libre.

26. Facteur de puissance d'un court-circuit

Cosinus de l'angle qui représente le déphasage entre l'onde du courant présumé (composante alternative) et l'onde de force électromotrice correspondante à l'instant de l'amorçage de l'arc.

27. Essai de fonctionnement

Essai au cours duquel les conditions normales de service sont reproduites en appliquant un nombre spécifié d'ondes de choc au parafoudre, relié par ailleurs à une source d'énergie à la fréquence nominale et à la tension spécifiée.

28. Coefficient de mise à la terre d'un réseau triphasé en un emplacement déterminé pour l'utilisation des parafoudres

Le coefficient de mise à la terre d'un réseau triphasé en un emplacement déterminé et pour une configuration donnée du réseau (généralement le point d'installation d'un matériel) est le rapport, exprimé en pour-cent, de la tension efficace la plus élevée à la fréquence du réseau entre une phase saine et la terre à cet emplacement pendant un défaut à la terre affectant une ou plusieurs phases, à la tension efficace entre phases à la fréquence du réseau qui serait obtenue au même emplacement avec disposition du défaut.

Notes: a) Ce coefficient est un simple rapport numérique qui caractérise de façon générale les conditions de mise à la terre d'un réseau, vues de l'emplacement considéré, indépendamment de la valeur particulière de la tension de service du réseau en cet emplacement.

b) Les coefficients de mise à la terre sont calculés en fonction des impédances des différentes suites du réseau vues de l'emplacement considéré, en utilisant pour les générateurs les réactances sub-transitoires.

c) Ce coefficient intervient dans les présentes recommandations pour le choix de la tension nominale du parafoudre à installer à l'emplacement considéré.

29. Réseau à neutre isolé

Réseau triphasé dont tous les neutres n'ont aucune connexion intentionnelle à la terre sauf à travers des appareils de signalisation, de mesure ou de protection, de très grande impédance.

30. Réseau compensé par bobine d'extinction

Réseau triphasé dont les neutres sont réunis à la terre par des bobines dont les valeurs des réactances sont telles que lors d'un défaut entre une phase du réseau et la terre, le courant inductif à fréquence industrielle qui circule dans la réactance compense sensiblement la composante capacitive à fréquence industrielle du courant de défaut à la terre.

Note: Dans un réseau compensé par bobine d'extinction, le courant de défaut résultant est limité de telle sorte que l'arc de défaut dans l'air s'éteigne spontanément.

24. Amplitude factor of a restriking voltage (transient recovery voltage)

The ratio between the peak restriking voltage and the peak value ($\sqrt{2}$ times r.m.s. value) of the recovery voltage.

Note: See Appendix B for method of evaluation.

25. Natural frequency

The frequency or frequencies at which the circuit will oscillate if it is free to do so.

26. Short-circuit power-factor

The cosine of the angle that represents the phase displacement between the prospective current wave (alternating current) at the instant of initiation and the corresponding voltage (e.m.f.) wave.

27. Operating-duty test

A test in which working conditions are simulated by the application to the arrester of a specified number of impulses while it is connected to a power supply of rated frequency and specified voltage.

28. Coefficient of earthing at a selected location for the application of arresters on a three-phase system

The coefficient of earthing at a selected location of a three-phase system for a given system layout (generally the point of installation of an equipment) is the ratio, expressed as a percentage, of the highest r.m.s. line-to-earth power-frequency voltage on a sound phase at the selected location during a fault to earth affecting one or more phases, to the line-to-line r.m.s. power-frequency voltage which would be obtained at the selected location with the fault removed.

Notes: a) This coefficient is a pure numerical ratio and characterizes in general terms the earthing conditions of a system as viewed from the selected location, independently of the actual operating values of the voltage at that location.

b) The coefficients of earthing are calculated from the phase-sequence impedance components of the system as viewed from the selected location, using for the machines the subtransient reactances.

c) This coefficient is used in the present recommendations for the choice of the voltage rating of the arrester to be installed at a selected location.

29. Isolated-neutral system

A three-phase system all the neutrals of which have no intentional connection to earth except through indicating, measuring, or protective devices of very high impedance.

30. Resonant earthed system (neutralizer grounded system)

A three-phase system the neutrals of which are connected to earth through reactors, the reactances being of such value that during a single line-to-earth fault, the power-frequency inductive current passed by the reactor essentially neutralizes the power-frequency capacitance component of the earth-fault current.

Note: With resonant earthing of a system, the net current in the fault is limited to such an extent that an arcing fault in air is self-extinguishing.

31. Réseau à neutre à la terre

Réseau triphasé dont un ou plusieurs neutres sont réunis à la terre soit directement, soit par des résistances ou réactances de faible valeur.

- a) *Un réseau à neutre effectivement à la terre* en un emplacement déterminé est un réseau caractérisé par un coefficient de mise à la terre en cet emplacement qui ne dépasse pas 80 %.
- b) *Un réseau à neutre non effectivement à la terre* en un emplacement déterminé est un réseau caractérisé par un coefficient de mise à la terre en cet emplacement qui peut dépasser 80 %.

32. 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 aux présentes recommandations. Ces essais ne doivent être repris sur un type d'appareil que si des modifications viennent en changer les caractéristiques.

33. Essais individuels

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

34. Essais de prélèvement

Essais effectués sur des échantillons représentatifs prélevés au hasard sur la fabrication pour s'assurer que les appareils répondent aux spécifications.

35. Essais de réception

Ensemble déterminé d'essais, effectués lorsque le constructeur et le client ont convenu que des essais seraient faits sur les appareils de la fourniture ou sur des prélèvements.

36. Onde de 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.

Les caractéristiques qui définissent une onde de tension ou de courant sont les suivantes:

- a) polarité
- b) valeur de crête
- c) durée du front d'onde
- d) durée de la queue de l'onde.

37. Valeur de crête

La valeur de crête de la tension ou du courant est la valeur maximale de l'onde de choc. S'il existe de petites oscillations superposées à la crête, la valeur de crête est définie par la valeur maximale et non par la courbe moyenne tracée selon la ligne d'ordonnée nulle des oscillations.

31. Earthed-neutral system

A three-phase system one or more of the neutrals of which are always connected to earth either solidly or through resistances or reactances of low values to reduce materially transient oscillations and to give a current sufficient for selective earth fault protection.

- a) *A system with effectively earthed neutral* at a given location is a system characterized by a coefficient of earthing at this point which does not exceed 80 %.
- b) *A system with non-effectively earthed neutral* at a given location is a system characterized by a coefficient of earthing at this point that may exceed 80 %.

32. 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 these recommendations. Once made, these tests need not be repeated unless the design is changed so as to modify its performance.

33. Routine tests

Tests made on each arrester or on parts and materials as required to ensure that the product meets the design specification.

34. Sampling tests

Tests made on representative samples taken at random from production as required to ensure that the product meets the design specification.

35. Acceptance tests

Selected tests which are made when it has been agreed between the manufacturer and the purchaser that the arresters or representative samples are to be tested.

36. 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.

The characteristics which define an impulse voltage or current wave are as follows:

- a) polarity
- b) peak value
- c) wavefront
- d) wavetail.

37. Peak (crest) value

The peak value of voltage or current is the maximum value of the impulse. If there are small oscillations superimposed at the peak, the peak value is defined by the maximum value and not the mean curve drawn through the oscillations.

38. Front d'une onde de choc

Partie de l'onde précédant la crête.

39. Queue d'une onde de choc

Partie de l'onde comprise entre la crête et la fin de l'onde.

40. Origine conventionnelle des temps d'une onde de choc

Point de la courbe tension-temps ou courant-temps déterminé par l'intersection de l'axe des abscisses et de la droite passant par deux points du front de l'onde choisis comme suit:

- a) sur les ondes de tension pleines et sur les ondes de tension coupées sur le front, la crête ou la queue, les points de référence seront à 30 % et 90 % de la valeur de crête;
- b) sur les ondes de courant, les points de référence seront à 10 % et 90 % de la valeur de crête.

41. Durée conventionnelle de l'onde (T_1)

Pour faciliter les mesures, la durée conventionnelle du front d'onde, généralement exprimée en microsecondes est fixée comme suit:

- a) pour les ondes de tension pleines et les ondes coupées sur le front, la crête ou la queue — 1,67 fois le temps nécessaire à la tension pour croître de 30 % à 90 % de sa valeur de crête;
- b) pour les ondes de courant — 1,25 fois le temps nécessaire au courant pour croître de 10 % à 90 % de sa valeur de crête.

42. Raideur conventionnelle du front d'onde

Pente de la droite qui détermine l'origine conventionnelle des temps. Elle s'exprime généralement en volts ou ampères par microsecondes.

43. Durée de l'onde jusqu'à la moitié de la valeur de la crête (durée conventionnelle d'une onde de 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 généralement exprimée en microsecondes.

44. Énoncé de la forme d'une onde de choc

Énumération de deux valeurs, la première représentant la durée conventionnelle du front d'onde (T_1) et la seconde la durée de l'onde jusqu'à la moitié de la valeur de crête (T_2). L'onde est généralement représentée par T_1/T_2 ou $T_1 \times T_2$ en microsecondes. Les signes « / » ou « × » n'ont aucune signification mathématique.

38. Wavefront of an impulse

That part of an impulse which occurs prior to the peak value.

39. Wavetail of an impulse

That part of an impulse which occurs between the peak value and the end of the impulse.

40. Virtual zero time (conventional origin) of an impulse

The point on a graph of voltage-time or current-time determined by the intersection with the zero voltage or current axis of a straight line drawn through two points on the front of the wave:

- a) for full voltage waves and voltage waves chopped on the front, peak, or tail, the reference points shall be 30% and 90% of the peak value;
- b) for current waves the reference points shall be 10% and 90% of the peak value.

41. Virtual (conventional) duration of wavefront (T_1)

For convenience in making measurements, the virtual value for the duration of the wavefront, generally expressed in microseconds, is as follows:

- a) for full voltage waves and voltage waves chopped on the front, peak, or tail — 1.67 times the time taken by the voltage to increase from 30% to 90% of its peak value;
- b) for current waves — 1.25 times the time taken by the current to increase from 10% to 90% of its peak value.

42. Virtual steepness of wavefront

The slope of the line that determines the virtual zero time. It is usually expressed in volts or amperes per microsecond.

43. Time to half value on the wavetail (virtual duration of an impulse) (T_2)

The time interval between virtual zero and the instant when the voltage or current has decreased to half its peak value. This time is usually expressed in microseconds.

44. Wave shape designation of an impulse

A combination of two numbers, the first representing the virtual duration of the wavefront (T_1) and the second the time to half value on the wavetail (T_2). This usually is written as T_1/T_2 or $T_1 \times T_2$ in microseconds. The signs “/” or “ $\times$ ” have no mathematical meaning.

SECTION QUATRE — CARACTÉRISTIQUES ET VALEURS NORMALES

45. Caractéristiques des parafoudres

a) Les parafoudres à expulsion doivent être définis au moins par les indications suivantes:

- classe de parafoudre
- tension nominale
- fréquence nominale
- domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle (valeur minimale et maximale)
- tension transitoire de rétablissement nominale (voir articles 22 à 25)
- écartement des éclateurs de coupure, s'ils sont réglables par l'utilisateur
- écartement des éclateurs série extérieurs, si le parafoudre en comporte
- nom du constructeur, ou sa marque de fabrique, type et marques d'identification.

b) La plaque signalétique doit porter au minimum les indications suivantes:

- classe de parafoudre
- tension nominale
- fréquence nominale (voir Note 1)
- domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle (indiquer les valeurs minimale et maximale)
- écartement des éclateurs série extérieurs, si le parafoudre en comporte (voir Note 2)
- nom du constructeur, ou sa marque de fabrique, type et marques d'identification.

Notes: 1) Si la fréquence nominale n'est pas indiquée sur la plaque signalétique, elle est supposée être de 50 Hz à 60 Hz.

2) Quand l'écartement des éclateurs extérieurs est réglable, le constructeur précisera les valeurs minimale et maximale.

46. Classification des parafoudres à expulsion

On distingue les classes suivantes de parafoudres à expulsion:

- a) classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 30 kiloampères;
- b) classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 65 kiloampères;
- c) classe « ligne ».

Ces classes sont déterminées par l'aptitude des parafoudres à satisfaire aux conditions d'essai et aux conditions de fonctionnement figurant au tableau I.

SECTION FOUR — IDENTIFICATION AND STANDARD RATINGS

45. Arrester identification

a) Expulsion-type lightning arresters shall be identified by the following minimum information:

- arrester class
- rated voltage
- rated frequency
- power-frequency current-interrupting rating (minimum to maximum)
- rated restriking voltage (see Clauses 22 to 25)
- arcing gap spacing, if adjustable by user
- external series gap spacing (if used)
- the manufacturer's name or trade-mark, type and identification.

b) The minimum information which shall appear on the nameplate shall be:

- arrester class
- rated voltage
- rated frequency (see Note 1)
- power-frequency current-interrupting rating (give minimum values and maximum values)
- external series gap spacing (if used) (see Note 2)
- the manufacturer's name or trade-mark, type and identification.

Notes: 1) If the rated frequency is not stated on the nameplate, it is considered to be the standard frequency 50 to 60 Hz(c/s).

2) When the external series gap spacing is adjustable, the manufacturer shall supply information on the minimum and maximum values.

46. Classification of expulsion-type arresters

Expulsion-type arresters are classified as:

- a) 30 kiloampere discharge capacity distribution-class;
- b) 65 kiloampere discharge capacity distribution-class, and
- c) transmission-class.

These classes are based on the ability of the arresters to meet the test requirements and performance characteristics listed in Table I.

TABLEAU I

Classification des parafoudres à expulsion

Conditions d'essai, caractéristiques de fonctionnement	Valeurs nominales ou spécifications d'essai pour les parafoudres de la classe « poste de distribution »		Valeurs nominales ou spécifications d'essai pour les parafoudres de la classe « ligne »
	Pouvoir de décharge		
	30 kA (1)	65 kA (2)	
Tension nominale (kV, valeur efficace)	3 à 40	3 à 18	9 à 145
Essai de tenue au courant de choc en kiloampères de crête (Article 61 A)	30,0	65,0	65,0
Essai aux courants de coupure nominaux (essai de fonctionnement) (Article 62)	Article 50	Article 50	Article 50
Minimum et maximum	Tableau II	Tableau III	Tableau IV
Essai de tenue à la tension de l'isolation du parafoudre (Article 56)	Colonne 4 du tableau V	Colonnes 2 ou 3 et 4 du tableau V	Colonnes 2 ou 3 et 4 du tableau VI
Essai de tenue à fréquence industrielle du parafoudre complet (Article 57)	Colonne 5 du tableau V	Colonne 5 du tableau V	Colonne 5 du tableau VI
Essai à la tension maximale d'amorçage en onde 1/50 (Article 58)	Colonne 6 ou 7 du tableau V	Colonne 6 ou 7 du tableau V	Colonne 6 du tableau VI
Essai à la tension maximale d'amorçage sur front d'onde (Article 59)	Colonnes 9 ou 10 du tableau V	Colonnes 9 ou 10 du tableau V	Colonne 8 du tableau VI

Notes: (1) Valeurs utilisées dans quelques pays européens.

(2) Valeurs utilisées au Canada et aux Etats-Unis.

47. Tensions nominales normales

a) Les tensions nominales normales des parafoudres à expulsion de la classe « postes de distribution » (valeurs efficaces en kV) sont:

3	12	25
4,5	15	30
6	18	37
9	20	40

b) Les tensions nominales normales des parafoudres à expulsion de la classe « ligne » (tubes protecteurs à expulsion) (valeurs efficaces en kV) sont:

9	25	60
12	30	73
15	37	90
18	40	97
20	50	123
		145

TABLE I

Classification of expulsion-type arresters

Test requirements for performance characteristics	Ratings or test values for distribution-class arresters		Ratings or test values for transmission- class arresters
	Discharge capacity		
	30 kA (1)	65 kA (2)	
Voltage rating (kV r.m.s.)	3 to 40	3 to 18	9 to 145
Impulse current withstand test, kiloamperes peak (Clause 61 A)	30.0	65.0	65.0
Test for current interrupting ratings (operating-duty test) (Clause 62)	Clause 50	Clause 50	Clause 50
Minimum and maximum	Table II	Table III	Table IV
Voltage withstand test of arrester insulation (Clause 56)	Column 4 Table V	Columns 2 or 3 and 4 Table V	Columns 2 or 3 and 4 Table VI
Power-frequency voltage withstand test on complete arrester (Clause 57)	Column 5 Table V	Column 5 Table V	Column 5 Table VI
Maximum 1/50 impulse sparkover-voltage test (Clause 58)	Columns 6 or 7 Table V	Columns 6 or 7 Table V	Column 6 Table VI
Maximum front-of-wave sparkover-voltage test (Clause 58)	Columns 9 or 10 Table V	Columns 9 or 10 Table V	Column 8 Table VI

Notes: (1) Used in some European countries.

(2) Used in Canada and the United States.

47. Standard voltage ratings

a) Standard voltage ratings of distribution-class expulsion-type arrester (in kV, r.m.s.) shall be:

3	12	25
4.5	15	30
6	18	37
9	20	40

b) Standard voltage ratings of transmission-class expulsion-type arresters (expulsion protector tubes) (in kV, r.m.s.) shall be:

9	25	60
12	30	73
15	37	90
18	40	97
20	50	123
		145

48. Plage normalisée des fréquences

La plage normalisée des fréquences nominales est la plage comprise entre 50 et 60 Hz.

49. Valeurs normales des courants de tenue au choc

Les valeurs normales des courants de tenue au choc sont:

- 1) 30 kiloampères avec une onde de forme 4/10 microsecondes pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 30 kiloampères;
- 2) 65 kiloampères avec une onde de forme 4/10 microsecondes pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 65 kiloampères;
- 3) 65 kiloampères avec une onde de forme 4/10 microsecondes pour les parafoudres de la classe « ligne ».

50. Valeurs normales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, des tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance

Les valeurs nominales du domaine nominal des courants de coupure à fréquence industrielle, de tensions transitoires de rétablissement nominales et des facteurs de puissance des parafoudres à expulsion figurent dans les tableaux suivants (voir section Six):

- | | |
|-------------|--|
| Tableau II | pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 30 kiloampères; |
| Tableau III | pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » de pouvoir de décharge 65 kiloampères; |
| Tableau IV | pour les parafoudres de la classe « ligne ». |

SECTION CINQ – SPÉCIFICATIONS D'ESSAI

A. CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAI

51. Échantillons destinés aux essais et mesures

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être faits sur les mêmes parafoudres. Ceux-ci doivent être neufs, propres, complètement montés et disposés dans des conditions aussi voisines que possible des conditions de service. Pour certains essais de la présente spécification, il est prescrit que les essais soient faits sur un nombre spécifié de parafoudres de chaque modèle et de chaque type. Les parafoudres qui ne diffèrent que par leurs modes de montage ou la disposition de leurs supports, mais qui sont identiques par ailleurs, sont considérés comme de même modèle. Si le parafoudre est muni de ferrures de fixation, celles-ci doivent être reliées à la borne de terre pendant l'essai.

52. Essais au choc

A moins qu'il n'en soit spécifié autrement dans les présentes spécifications, ces essais doivent être faits suivant les prescriptions de l'édition en vigueur de la Publication 60 de la C.E.I.. Il est recommandé que toutes les mesures de tension de choc soient faites au moyen d'un oscillographe cathodique et d'un diviseur de tension correctement étalonnés, de préférence à un éclateur à sphères seul. Les tolérances suivantes doivent s'appliquer à tous les essais de choc exigés par les présentes spécifications à moins d'indication contraire:

48. Standard frequency range

The standard rated frequency range shall be 50 to 60 Hz (c/s).

49. Standard impulse withstand currents

The standard impulse withstand currents shall be:

- 1) 30 kiloamperes with 4/10 microsecond wave shape for 30 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters;
- 2) 65 kiloamperes with 4/10 microsecond wave shape for 65 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters;
- 3) 65 kiloamperes with 4/10 microsecond wave shape for transmission-class arresters.

50. Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and power-factors

Standard power-frequency current-interrupting ratings, rated restriking voltages and power-factors of expulsion-type arresters shall be as given in the following tables (see Section Six):

Table II, for 30 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters;

Table III, for 65 kiloampere discharge capacity distribution-class arresters;

Table IV, for transmission-class arresters.

SECTION FIVE — TEST SPECIFICATIONS

A. GENERAL TESTING PROCEDURE

51. Test samples and measurements

Except when otherwise specified, all of the tests shall be made on the same arresters. They shall be new, clean, and completely assembled and mounted as nearly as possible as in service. For some tests in these specifications it is required that tests be made on a specified number of each design and each rating. Arresters which differ only in the methods of mounting or arrangement of the supporting structure, and which are otherwise identical, are considered to be of the same design. If the arrester has a mounting bracket, it shall be connected to the earth terminal during the test.

52. Impulse tests

Unless otherwise specified herein, the tests shall be made in accordance with the current edition of I.E.C. Publication 60. It is recommended that all measurements of impulse voltages be made by means of a cathode-ray oscillograph and suitably calibrated voltage divider, rather than by means of a sphere gap alone. The following tolerances shall apply for all impulse tests required by these recommendations unless otherwise specified:

a) pour les ondes 1/50:

- ± 5% sur la valeur de crête
- ± 50% sur la durée conventionnelle du front d'onde
- ± 20% sur la durée de l'onde jusqu'à la moitié de la valeur de crête
- ± 5% d'oscillations au voisinage de la crête.

b) pour les autres ondes:

- ± 10% sur la valeur de crête
- ± 10% sur la durée conventionnelle du front d'onde
- ± 10% sur la durée de l'onde jusqu'à la moitié de la valeur de crête
- ± 10% sur la raideur conventionnelle du front d'onde
- ± 5% d'oscillations au voisinage de la crête.

Note: On peut admettre qu'à l'onde de choc se superposent de petites oscillations, à condition que l'amplitude de ces dernières au voisinage de la crête de l'onde reste inférieure à 5% de la valeur crête. Dans ces conditions, on peut, pour la mesure, déterminer la crête par la valeur maximale et non par le tracé d'une courbe moyenne.

53. Essais à fréquence industrielle

Tous les essais à fréquence industrielle doivent être effectués sous une tension alternative dont la fréquence est comprise entre les limites de 48 et 62 Hz et ayant une forme d'onde approximativement sinusoïdale. La tension de crête aux bornes de l'appareil doit être mesurée avec un voltmètre de crête ou tout autre dispositif correctement étalonné. On admettra que la valeur efficace de la tension est égale à la valeur de crête mesurée divisée par $\sqrt{2}$.

54. Essais sous pluie

Ces essais ne sont effectués que sur les parafoudres de type extérieur. Lorsque ces essais sont exigés, l'appareil doit être soumis à une pluie artificielle constituée par une précipitation suffisamment homogène et divisée, tombant sous un angle d'environ 45° avec la verticale.

a) *Pratique en Europe*

La pluie doit correspondre à une hauteur d'eau de 3 mm par minute mesurée avec un pluviomètre dont l'axe est vertical. Les mesures, faites à proximité des extrémités et à mi-hauteur du parafoudre, ne doivent pas s'écarter de plus de 25% de la valeur moyenne qui doit être elle-même égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de 10%. La résistivité de l'eau qui alimente les buses mesurée à la température ambiante doit être comprise entre 9 000 et 11 000 ohm cm. La tension d'essai est appliquée pendant 60 secondes.

b) *Pratique au Canada et aux Etats-Unis*

La pluie doit correspondre à une hauteur d'eau de 5,08 mm par minute, mesurée avec un pluviomètre dont l'axe est vertical. Les mesures, faites à proximité des extrémités et à mi-hauteur du parafoudre, ne doivent pas s'écarter de plus de 25% de la valeur moyenne qui doit être elle-même égale à la valeur spécifiée avec une tolérance de 15%. La résistivité de l'eau qui alimente les buses doit être de 17 800 ohm cm ± 15% mesurée à la température à laquelle l'eau frappe l'appareil soumis à l'essai. La température de l'eau de pulvérisation lorsqu'elle frappe l'appareil ne doit pas s'écarter de plus de 15°C de la température de la salle. On applique la tension d'essai pendant 10 secondes.

Note: Il est recommandé à chaque Comité national de n'utiliser qu'une seule de ces pratiques. L'utilisation d'une seule méthode à la place des deux méthodes ci-dessus est à l'étude.

a) *For 1/50 microsecond waves:*

- ± 5% of the peak value
- ± 50% of the virtual duration of wavefront
- ± 20% of the time to half value of the wavetail
- ± 5% oscillations near the peak.

b) *For other waves:*

- ± 10% of the peak value
- ± 10% of the virtual duration of wavefront
- ± 10% of the time to half value of the wavetail
- ± 10% of the virtual steepness of wavefront
- ± 5% oscillations near the peak.

Note: Small oscillations on the impulse are tolerated 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, the maximum value, and not a mean curve, shall be accepted for determination of the peak value.

53. Power-frequency tests

All power-frequency tests shall be made with an alternating voltage having a frequency between the limits of 48 and 62 Hz(c/s), and an approximately sinusoidal waveshape. The peak voltage across the test piece shall be measured by a peak voltmeter or other suitably calibrated device. The r.m.s. value of the voltage shall be considered to be the measured peak value divided by $\sqrt{2}$.

54. Wet tests

Wet tests shall be made only on arresters designed for use outdoors. Where such a test is specified, the test pieces shall be subjected to artificial rain in the form of a reasonably uniform, finely divided spray falling at an angle of approximately 45 degrees to the vertical.

a) *Practice in Europe*

The rate of precipitation shall be equivalent to 3 mm (0.12 in) per minute, measured by means of a rain gauge with its axis vertical. Individual measurements taken adjacent to the ends and centre of the arrester shall not vary from the mean by more than 25% and the mean rate shall not deviate from the specified value by more than 10%. The resistivity of the water conveyed to the spraying nozzles measured at air temperature shall be between 9 000 and 11 000 ohm-centimetres (3 550-4 350 ohms per inch cube). The test voltage is applied for 60 seconds.

b) *Practice in Canada and the U.S.A.*

The rate of precipitation shall be equivalent to (5.08 mm) 0.2 in per minute, measured by means of a rain gauge with its axis vertical. Individual measurements taken adjacent to the ends and centre of the arrester shall not vary from the mean by more than 25% and the mean rate shall not deviate from the specified value by more than 15%. The resistivity of the water conveyed to the spraying nozzles shall be 17 800 ohm-centimetres (7 000 ohms per inch cube) $\pm 15\%$ at the temperature at which the water strikes the test specimen. The temperature of the spray water when it strikes the test specimen shall not deviate by more than 15 degrees Celsius from room temperature. The test voltage is applied for 10 seconds.

Note: It is recommended that each National Committee use only one of these practices. Consolidation of the two practices into one is under consideration.

B. ESSAIS DE TYPE

55. Nombre d'échantillons essayés

Les essais de type doivent être faits sur trois échantillons de chaque tension nominale pour chaque modèle différent de parafoudre à expulsion et, sauf spécification contraire, être effectués sur le même parafoudre.

56. Essais de tenue à la tension de l'isolation du parafoudre

Les essais à sec et sous pluie doivent être effectués conformément aux articles 51, 53, 54 et 55 sur les enveloppes montées du parafoudre lorsque, sur ces dernières, sont fixées directement à la fois les bornes de ligne et de terre. On enlève la chambre de coupure et les éclateurs série pour réaliser ces essais. La partie soumise à l'essai doit tenir sans amorçage l'application des tensions à fréquence industrielle appropriées spécifiées dans la colonne 2 ou dans les colonnes 3 et 4 du tableau V pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » ou du tableau VI pour ceux de la classe « ligne ». Dans les essais sous pluie, la partie soumise à l'essai doit être exposée à la pluie comme il est prescrit à l'article 54. La tension d'essai doit être appliquée entre la borne de ligne et la borne de terre du parafoudre.

Ces essais ne sont pas effectués lorsque les bornes de ligne et de terre ne sont pas fixées directement sur l'élément isolant du parafoudre.

57. Essais de tenue à fréquence industrielle des parafoudres à expulsion complets

Les essais à sec et sous pluie doivent être effectués sur le parafoudre complet, y compris l'éclateur extérieur série préconisé par le constructeur, conformément aux articles 51, 53, 54 et 55. Les tensions appliquées au parafoudre doivent avoir une valeur initiale suffisamment basse pour éviter l'amorçage du parafoudre par le régime transitoire consécutif à la mise sous tension, puis être augmentées rapidement jusqu'à la valeur appropriée spécifiée à la colonne 5 du tableau V pour les parafoudres de la classe « poste de distribution », et du tableau VI pour ceux de la classe « ligne ». Le parafoudre doit tenir cette tension pendant une minute. L'amorçage de l'éclateur série extérieur sans amorçage de l'éclateur de la chambre de coupure est admis. Dans les essais sous pluie, l'appareil essayé doit être soumis à la pluie prescrite à l'article 54.

58. Essai d'amorçage au choc en onde 1/50

L'essai doit être effectué sur le parafoudre complet, y compris l'éclateur extérieur série préconisé par le constructeur, conformément aux articles 51, 52 et 55 en utilisant un générateur de choc réglé pour produire, avec le parafoudre en circuit et en l'absence d'amorçage, une onde de tension de forme 1/50 micro-seconde.

Dix chocs positifs et dix chocs négatifs, dont l'amplitude correspond aux valeurs des colonnes 6 ou 7 du tableau V pour les parafoudres de la classe « poste de distribution » ou de la colonne 6 du tableau VI pour les parafoudres de la classe « ligne » doivent être appliqués au parafoudre et provoquer chaque fois l'amorçage des éclateurs série. Si dans une des séries d'essais, 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.

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

B. TYPE TESTS (DESIGN TESTS)

55. Number of test specimens

Type tests shall be made on three samples of each voltage rating of each different system of expulsion arrester and, except when specified otherwise, shall be made on the same arresters.

56. Voltage withstand tests of arrester insulation

Dry and wet tests shall be made in accordance with Clauses 51, 53, 54 and 55 on the assembled insulating members of those arresters which have both line and earth terminals attached directly thereto. The arcing chamber and series gap electrodes shall be removed to permit these tests. The test piece shall withstand without flashover the application of the appropriate power-frequency voltages specified in Column 2 or Columns 3 and 4 of Table V for distribution-class or of Table VI for transmission-class arresters. In wet tests, the test piece shall be subjected to precipitation as specified in Clause 54. The test voltage shall be applied between the line and earth terminals of the arrester.

These tests shall be omitted when arresters do not have insulating members with both line and earth terminals attached directly thereto.

57. Power-frequency voltage withstand tests on complete expulsion arresters

Dry and wet tests shall be made on the complete arrester, including any external series gap recommended by the manufacturer, in accordance with Clauses 51, 53, 54 and 55. The voltages 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 to the appropriate value specified in Column 5 of Table V for distribution-class or of Table VI for transmission-class arresters. The arrester shall withstand this voltage for one minute. Sparkover of the external series gap without sparkover of the gap in the arcing chamber is permissible. In the wet tests, the test piece shall be subjected to the precipitation specified in Clause 54.

58. 1/50 impulse sparkover tests

The test shall be made on the complete arrester, including any external series gap recommended by the manufacturer, in accordance with Clauses 51, 52, and 55 using an impulse generator adjusted with the arrester in the circuit to give a 1/50 microsecond voltage waveshape without sparkover.

Ten positive and ten negative impulses having an amplitude given in Columns 6 or 7 of Table V for distribution-class arresters or Column 6 of Table VI for transmission-class arresters shall be applied to the arrester and the gaps of the arrester shall spark over on every impulse. If in either series of tests the gaps fail to spark over once only, an additional ten impulses of the same 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.