

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61643-1

**Edition 1.1
2002-01**

Edition 1:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 1:1998 consolidated with amendment 1:2001

**Dispositifs de protection contre
les surtensions connectés aux réseaux
de distribution basse tension –**

**Partie 1:
Prescriptions de fonctionnement
et méthodes d'essai**

**Surge protective devices connected
to low-voltage power distribution systems –**

**Part 1:
Performance requirements and testing methods**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61643-1:1998+A1:2001

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

- Site web de la CEI (www.iec.ch)
- Catalogue des publications de la CEI

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

- IEC Just Published

Ce résumé des dernières publications parues (www.iec.ch/JP.htm) est aussi disponible par courrier électronique. Veuillez prendre contact avec le Service client (voir ci-dessous) pour plus d'informations.

- Service clients

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

Email: custserv@iec.ch
Tél: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

- IEC Web Site (www.iec.ch)
- Catalogue of IEC publications

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

- IEC Just Published

This summary of recently issued publications (www.iec.ch/JP.htm) is also available by email. Please contact the Customer Service Centre (see below) for further information.

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61643-1

Edition 1.1

2002-01

Edition 1:1998 consolidée par l'amendement 1:2001
Edition 1:1998 consolidated with amendment 1:2001

**Dispositifs de protection contre
les surtensions connectés aux réseaux
de distribution basse tension –**

**Partie 1:
Prescriptions de fonctionnement
et méthodes d'essai**

**Surge protective devices connected
to low-voltage power distribution systems –**

**Part 1:
Performance requirements and testing methods**

© IEC 2002 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
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	10
INTRODUCTION	14
1 Généralités	16
1.1 Domaine d'application	16
1.2 Références normatives	16
2 Conditions de fonctionnement	18
2.1 Conditions normales	18
2.2 Conditions anormales	18
3 Définitions	20
4 Classifications	30
4.1 Nombre de ports	30
4.1.1 Un	30
4.1.2 Deux	30
4.2 Conception	30
4.2.1 Parafoudre de type à coupure de tension	30
4.2.2 Parafoudre de type à limitation de tension	30
4.2.3 Parafoudre de type combiné	30
4.3 Essais de classe I, II et III	30
4.4 Emplacement	30
4.4.1 Intérieur	30
4.4.2 Extérieur	30
4.5 Accessibilité	30
4.5.1 Accessible	30
4.5.2 Non accessible (hors de portée)	30
4.6 Méthode d'installation	32
4.6.1 Permanente	32
4.6.2 Mobile	32
4.7 Déconnecteur du parafoudre	32
4.7.1 Emplacement	32
4.7.2 Fonctions de protection	32
4.8 Protection contre les surintensités	32
4.8.1 Spécifiée	32
4.8.2 Non spécifiée	32
4.9 Degré de protection procuré par les enveloppes conformément aux codes IP de la CEI 60529	32
4.10 Domaine de températures	32
4.10.1 Normal	32
4.10.2 Etendu	32
5 Valeurs normalisées	32
5.1 Valeurs préférentielles des courants de choc pour les essais de classe I, I_{imp}	32
5.2 Valeurs préférentielles des courants nominaux de décharge pour les essais de classe II, I_n	32
5.3 Valeurs préférentielles des tensions à circuit ouvert pour les essais de classe III, U_{oc}	32
5.4 Valeurs préférentielles du niveau de protection en tension U_p	34
5.5 Valeurs préférentielles des tensions maximales efficaces ou continues de régime permanent U_c	34

CONTENTS

FOREWORD.....	11
INTRODUCTION.....	15
1 General	17
1.1 Scope.....	17
1.2 Normative references	17
2 Service conditions.....	19
2.1 Normal	19
2.2 Abnormal.....	19
3 Definitions	21
4 Classifications	31
4.1 Number of ports.....	31
4.1.1 One	31
4.1.2 Two	31
4.2 SPD design topology.....	31
4.2.1 Voltage switching type.....	31
4.2.2 Voltage limiting type.....	31
4.2.3 Combination type.....	31
4.3 SPD class I, II and III tests.....	31
4.4 Location	31
4.4.1 Indoor.....	31
4.4.2 Outdoor.....	31
4.5 Accessibility.....	31
4.5.1 Accessible	31
4.5.2 Inaccessible (out-of-reach).....	31
4.6 Mounting method.....	33
4.6.1 Fixed	33
4.6.2 Portable.....	33
4.7 SPD disconnector.....	33
4.7.1 Location.....	33
4.7.2 Protection functions	33
4.8 Overcurrent protection	33
4.8.1 Specified	33
4.8.2 Not specified.....	33
4.9 Degree of protection provided by enclosures according to IP codes of IEC 60529.....	33
4.10 Temperature range.....	33
4.10.1 Normal	33
4.10.2 Extended	33
5 Standard ratings	33
5.1 Preferred values of impulse current for class I tests I_{imp}	33
5.2 Preferred values of nominal discharge current for class II tests I_n	33
5.3 Preferred values of open-circuit voltage for class III tests U_{oc}	33
5.4 Preferred values of voltage protection level U_p	35
5.5 Preferred values of r.m.s. or d.c. maximum continuous operating voltage U_c	35

6	Prescriptions	34
6.1	Prescriptions générales	34
6.1.1	Identification	34
6.1.2	Marquage	36
6.2	Prescriptions électriques	36
6.2.1	Connexions électriques	36
6.2.2	Niveau de protection en tension U_p	36
6.2.3	Essai(s) de classe I du courant de choc	36
6.2.4	Essai(s) de classe II du courant de décharge nominal	36
6.2.5	Essai(s) de classe III en onde combinée	36
6.2.6	Essais de fonctionnement	36
6.2.7	Déconnecteurs	38
6.2.8	Distances dans l'air et lignes de fuite	38
6.2.9	Résistance au cheminement	38
6.2.10	Rigidité diélectrique	38
6.2.11	Tenue aux courts-circuits	38
6.2.12	Fonctionnement de l'indicateur d'état	38
6.2.13	Isolement entre des circuits séparés	40
6.3	Prescriptions mécaniques	40
6.3.1	Généralités	40
6.3.2	Connexions mécaniques	40
6.3.3	Métaux résistant à la corrosion	44
6.4	Prescriptions d'environnement	44
6.5	Prescriptions de sécurité	46
6.5.1	Protection contre les contacts directs	46
6.5.2	Résistance au feu	46
6.5.3	Consommation de puissance en régime permanent P_c	46
6.5.4	Courant résiduel I_{re}	46
6.5.5	Caractéristique de la surtension temporaire (TOV)	48
6.6	Prescriptions d'essais complémentaires pour les parafoudres à deux ports et un port avec bornes d'entrée/sortie séparées	48
6.6.1	Pourcentage de chute de tension	48
6.6.2	Courant de charge assigné I_L	48
6.6.3	Capacité de tenue aux chocs aval	48
7	Essais de type	48
7.1	Procédures générales d'essai	48
7.1.1	Essai de courant de choc de classe I	50
7.1.2	Essai sous courant nominal de décharge de classe I et II	56
7.1.3	Essai sous tension de choc de classe I et II	56
7.1.4	Essai en onde combinée de classe III	58
7.2	Identification et marquage	62
7.2.1	Vérification de l'identification et des marquages	62
7.2.2	Essai d'indébilite du marquage	62
7.3	Bornes et connexions	62
7.3.1	Méthode générale d'essai	62
7.3.2	Bornes à vis	62
7.3.3	Bornes sans vis	68
7.3.4	Connexions à perçage d'isolant	70
7.3.5	Ecrous, fiches et prises	70

6	Requirements	35
6.1	General requirements	35
6.1.1	Identification	35
6.1.2	Marking	37
6.2	Electrical requirements	37
6.2.1	Electrical connections	37
6.2.2	Voltage protection level U_p	37
6.2.3	Class I impulse current test(s)	37
6.2.4	Class II nominal discharge current test(s)	37
6.2.5	Class III combination wave test(s)	37
6.2.6	Operating duty test	37
6.2.7	SPD disconnect	39
6.2.8	Air clearances and creepage distances	39
6.2.9	Tracking resistance	39
6.2.10	Dielectric withstand	39
6.2.11	Short-circuit withstand capability	39
6.2.12	Status indicator operation	39
6.2.13	Isolation between separate circuits	41
6.3	Mechanical requirements	41
6.3.1	General	41
6.3.2	Mechanical connections	41
6.3.3	Corrosive resistant metals	45
6.4	Environmental requirements	45
6.5	Safety requirements	47
6.5.1	Protection against direct contact	47
6.5.2	Fire resistance	47
6.5.3	Standby power consumption P_c	47
6.5.4	Residual current $I_{\Delta E}$	47
6.5.5	Temporary overvoltage (TOV) characteristic	49
6.6	Additional test requirements for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output terminals	49
6.6.1	Percent of voltage regulation	49
6.6.2	Rated load current I_L	49
6.6.3	Load-side surge withstand capability	49
7	Type tests	49
7.1	General testing procedures	49
7.1.1	Class I impulse current test	51
7.1.2	Class I and class II nominal discharge current test	57
7.1.3	Class I and II voltage impulse test	57
7.1.4	Class III combination wave test	59
7.2	Identification and marking	63
7.2.1	Verification of the identification and markings	63
7.2.2	Test of indelibility of markings	63
7.3	Terminals and connections	63
7.3.1	General testing procedure	63
7.3.2	Terminals with screws	63
7.3.3	Screwless terminals	69
7.3.4	Insulation pierced connections	71
7.3.5	Nuts, plug, socket	71

7.4	Essai de protection contre les contacts directs	72
7.4.1	Parties isolantes	72
7.4.2	Parties métalliques	72
7.5	Détermination de la tension de limitation mesurée.....	72
7.5.1	Procédure d'essai pour déterminer si un dispositif de coupure (crowbar) est dans un parafoudre	78
7.5.2	Procédure d'essai pour mesurer la tension résiduelle sous un courant de choc 8/20	78
7.5.3	Procédure d'essai pour mesurer la tension d'amorçage sous des tensions de choc 1,2/50	78
7.5.4	Procédure d'essai pour mesurer la tension de limitation sous onde combinée	80
7.5.5	Essai alternatif avec le générateur combiné (7.5.4) sans réseau de découplage	80
7.6	Essais de fonctionnement en charge.....	82
7.6.1	Généralités	82
7.6.2	Essai préliminaire pour déterminer l'amplitude du courant de suite	86
7.6.3	Caractéristiques de la source de puissance pour le préconditionnement	86
7.6.4	Essais de préconditionnement des classes I et II	86
7.6.5	Essai de fonctionnement en charge des classes I et II	88
7.6.6	Critère de passage	90
7.6.7	Essai de fonctionnement en charge des essais de classe III	90
7.7	Dispositifs de déconnexion et sécurité des parafoudres sous contraintes	92
7.7.1	Essai de tenue des systèmes de déconnexion des parafoudres	92
7.7.2	Essai de stabilité thermique des parafoudres	92
7.7.3	Essai de tenue aux courts-circuits en coordination avec la protection contre les surintensités, s'il y en a une	96
7.7.4	Essai de défaillance aux sursensions temporaires.....	98
7.7.5	Essais de consommation de puissance et de courant résiduel	100
7.7.6	Essai de la caractéristique TOV	100
7.8	Essais des parafoudres à un port et deux ports avec bornes d'entrée/sortie séparées.....	104
7.8.1	Essai de détermination du pourcentage de chute de tension	104
7.8.2	Courant de charge assigné I_L	104
7.8.3	Essai de tenue au court-circuit en charge associé aux déconnecteurs (éventuellement prescrit par le fabricant).....	104
7.8.4	Capacité de tenue aux chocs aval	106
7.9	Essais complémentaires	106
7.9.1	Parafoudres mobiles avec câbles souples et cordons et leurs connexions	106
7.9.2	Contrainte mécanique	116
7.9.3	Résistance à la chaleur	126
7.9.4	Résistance aux échauffements anormaux et au feu	130
7.9.5	Vérification des distances dans l'air et des lignes de fuite	132
7.9.6	Résistance au cheminement	136
7.9.7	Résistance d'isolement	136
7.9.8	Rigidité diélectrique	138
7.9.9	Résistance à la pénétration d'objets solides et aux effets nuisibles de la pénétration de l'eau	138
8	Essais de série et de réception	140
8.1	Essais de série	140
8.2	Essais de réception	140

7.4	Testing for protection against direct contact	73
7.4.1	Insulated parts	73
7.4.2	Metal parts	73
7.5	Determination of the measured limiting voltage	73
7.5.1	Test procedure to determine the presence of a switching (crowbar) component in an SPD	79
7.5.2	Test procedure to measure the residual voltage with 8/20 current impulses	79
7.5.3	Test procedure to measure the sparkover voltage with 1,2/50 voltage impulses	79
7.5.4	Test procedure to measure the limiting voltage with the combination wave	81
7.5.5	Alternate test to the combination wave test (7.5.4), without a decoupling network	81
7.6	Operating duty test	83
7.6.1	General	83
7.6.2	Preliminary test to determine the magnitude of the follow current	87
7.6.3	Power frequency source characteristics for preconditioning	87
7.6.4	Class I and II preconditioning tests	87
7.6.5	Class I and II operating duty test	89
7.6.6	Pass criteria	91
7.6.7	Class III operating duty test	91
7.7	SPD disconnectors and safety performance of overstressed SPDs	93
7.7.1	Operating duty withstand test of SPD disconnectors	93
7.7.2	Test of thermal stability of SPDs	93
7.7.3	Short-circuit withstand capability test in conjunction with overcurrent protection, if any	97
7.7.4	TOV failure test	99
7.7.5	Standby power consumption and residual current test	101
7.7.6	TOV characteristic test	101
7.8	Test for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output terminals ...	105
7.8.1	Test to determine the percentage voltage regulation	105
7.8.2	Rated load current I_L	105
7.8.3	Load-side short-circuit withstand capability test in conjunction with SPD disconnectors (required by the manufacturer, if any)	105
7.8.4	Load-side surge withstand capability	107
7.9	Additional tests	107
7.9.1	Portable SPDs with flexible cables and cords and their connection	107
7.9.2	Mechanical strength	117
7.9.3	Heat resistance	127
7.9.4	Resistance to abnormal heat and fire	131
7.9.5	Verification of air clearances and creepage distances	133
7.9.6	Tracking resistance	137
7.9.7	Insulation resistance	137
7.9.8	Dielectric withstand	139
7.9.9	Resistance to ingress of solid objects and to harmful ingress of water	139
8	Routine and acceptance tests	141
8.1	Routine tests	141
8.2	Acceptance tests	141

Annexe A (informative) Paramètres à considérer pour les parafoudres lorsque les essais de classe I sont applicables	142
Annexe B (normative) Valeurs de TOV	146
Bibliographie	148
Figure 1 – Exemple de réseau de découplage pour un réseau monophasé.....	60
Figure 2 – Exemple de réseau de découplage pour un réseau triphasé	60
Figure 3 – Diagramme d'essai pour déterminer le niveau de protection de tension U_p	76
Figure 4 – Essai alternatif pour la tension de limitation mesurée	82
Figure 5 – Diagramme des essais de fonctionnement	84
Figure 6 – Préconditionnement et plan du cycle d'essai de fonctionnement en charge	88
Figure 7 – Exemple et diagramme de durée d'un circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de surtension temporaire.....	102
Figure 8 – Appareil pour vérifier la fixation du cordon	108
Figure 9 – Appareil d'essai de flexion	112
Figure 10a – Appareil d'essai	116
Figure 10b – Pièces de frappe du marteau pendulaire selon les énergies.....	118
Figure 10 – Appareil d'essai de choc	118
Figure 11 – Tambour tournant	124
Figure 12a – Appareil d'essai à la bille.....	128
Figure 12b – Empreinte pour l'appareil d'essai.....	128
Figure A.1 – Répartition du courant de foudre direct	144
Tableau 1 – Essais de classe I, II et III	30
Tableau 2 – Prescriptions pour les essais de type (à l'étude)	52
Tableau 3 – Paramètres pour l'essai de classe I	56
Tableau 4 – Tolérances sur les paramètres de la forme d'onde pour l'essai de la classe III	60
Tableau 5 – Diamètres du filetage et des couples appliqués	64
Tableau 6 – Sections connectables des conducteurs en cuivre pour des bornes à vis ou sans vis	66
Tableau 7 – Forces de traction (bornes à vis)	66
Tableau 8 – Dimensions des conducteurs	68
Tableau 9 – Forces de traction (bornes sans vis)	70
Tableau 10 – Essais à effectuer pour déterminer la tension de limitation mesurée	72
Tableau 11 – Courant de court-circuit présumé et facteur de puissance	96
Tableau 12 – Prescriptions pour le serrage des vis	108
Tableau 13 – Distance de chute pour les essais de choc	120
Tableau 14 – Distances dans l'air et lignes de fuite pour les parafoudres de catégorie extérieure.....	132
Tableau 15 – Distances dans l'air et lignes de fuite pour les parafoudres de catégorie intérieure	134
Tableau 16 – Contrainte diélectrique	138
Tableau B.1 – Valeurs de TOV	146

Annex A (informative) Considerations for SPDs when class I tests are to be applied	143
Annex B (normative) TOV values	147
Bibliography	149
Figure 1 – Example of a decoupling network for single-phase power	61
Figure 2 – Example of a decoupling network for three-phase power	61
Figure 3 – Flow chart of testing to determine the voltage protection level Up	77
Figure 4 – Alternate test for the measured limiting voltage	83
Figure 5 – Flow chart of the operating duty test	85
Figure 6 – Preconditioning and operating duty cycle test schedule	89
Figure 7 – Example and time diagram of a test circuit to perform the TOV characteristic test	103
Figure 8 – Apparatus for testing the cord retention	109
Figure 9 – Apparatus for flexing test	113
Figure 10a – Test apparatus	117
Figure 10b – Striking element of the pendulum hammer for energies	119
Figure 10 – Impact test apparatus	119
Figure 11 – Tumbling barrel	125
Figure 12a – Ball thrust tester	129
Figure 12b – Loading rod for ball thrust tester	129
Figure A.1 – General distribution of lightning current	145
Table 1 – Class I, II and III tests	31
Table 2 – Type test requirements (under consideration)	53
Table 3 – Parameters for class I test	57
Table 4 – Tolerances on class III test waveform parameters	61
Table 5 – Screw thread diameters and applied torques	65
Table 6 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals or screwless terminals	67
Table 7 – Pulling forces (screw terminals)	67
Table 8 – Conductor dimensions	69
Table 9 – Pulling force (screwless terminals)	71
Table 10 – Tests to be performed to determine the measured limiting voltage	73
Table 11 – Prospective short-circuit current and power factor	97
Table 12 – Tightening requirements for clamping screws	109
Table 13 – Fall distance for impact requirement	121
Table 14 – Air clearances and creepage distances for SPDs category outdoor	133
Table 15 – Air clearances and creepage distances for SPDs category indoor	135
Table 16 – Dielectric withstand	139
Table B.1 – TOV values	147

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS CONNECTÉS AUX RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION –

Partie 1: Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique 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 Norme internationale CEI 61643-1 a été établie par le sous-comité 37A: Dispositifs de protection basse tension contre les surtensions, du comité d'études 37: Parafoudres.

La présente version consolidée de la CEI 61643-1 est issue de la première édition (1998) [documents 37A/63/FDIS et 37A/67/RVD], du corrigendum de novembre 1998, de son amendement 1 (2001) [documents 37A/115/FDIS et 37A/116/RVD] et du corrigendum de décembre 2001.

Elle porte le numéro d'édition 1.1.

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

Les annexes A et B sont données uniquement à titre d'information.

La CEI 61643 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général «Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution basse tension»:

- Partie 1: Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essai.
- Partie 2: Principes de choix et d'utilisation¹⁾ (concernant des situations pratiques).

¹⁾ A publier.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**SURGE PROTECTIVE DEVICES CONNECTED TO LOW-VOLTAGE
POWER DISTRIBUTION SYSTEMS –****Part 1: Performance requirements and testing methods**

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.

International Standard IEC 61643-1 has been prepared by subcommittee 37A: Low-voltage surge protective devices, of IEC technical committee 37: Surge arresters.

This consolidated version of IEC 61643-1 is based on the first edition (1998) [documents 37A/63/FDIS and 37A/67/RVD] the corrigendum of November 1998, its amendment 1 (2001) [documents 37A/115/FDIS and 37A/116/RVD] and its corrigendum of December 2001.

It bears the edition number 1.1.

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

Annexes A and B are for information only.

IEC 61643 consists of the following parts, under the general title: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems:

- Part 1: Performance requirements and testing methods.
- Part 2: Selection and application principles¹⁾ (in practice situations).

¹⁾ To be published.

Le comité a décidé que le contenu de la publication de base et de ses amendements ne sera pas modifié avant 2003. A cette date, la publication sera

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

De plus, à cette date, le titre de la norme sera modifié pour être en accord avec le titre de la série de normes CEI 61643, pour devenir:

CEI 61643-11: *Parafoudres basse tension – Partie 11: Parafoudres connectés aux réseaux basse tension – Prescriptions et essais*

Le contenu du corrigendum d'octobre 2003 a été pris en considération dans cet exemplaire.

IECNORM.COM Click to view the full PDF of IEC 61643-1:1998+A1:2001 CSV

The committee has decided that the contents of the base publication and its amendments will remain unchanged until 2003. At this date, the publication will be:

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

Also at this date, the title of the standard will be changed to be in line with the title of the IEC 61643 series of standards, and will become:

IEC 61643-11: *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Performance requirements and testing methods*

The contents of the corrigendum of October 2003 have been included in this copy.

Withdrawn
Click to view the full PDF of IEC 61643-1:1998+A1:2001 CSV
IECNORM.COM

INTRODUCTION

La présente norme décrit les essais de fonctionnement pour les parafoudres.

Trois classifications d'essai sont considérées.

L'essai de classe I est destiné à simuler des courants de choc partiels conduits. Les parafoudres soumis aux essais de classe I sont généralement recommandés aux emplacements très exposés, par exemple aux pénétrations de lignes dans des bâtiments protégés par un paratonnerre.

Les essais de classe II ou III font l'objet de durée de choc plus courte. Ces parafoudres sont généralement recommandés aux emplacements relativement exposés.

Tous les parafoudres sont testés en tant que «boîte noire». Les essais prennent en compte les techniques utilisées par les constructeurs afin d'appliquer la méthode d'essai la plus appropriée.

La partie 2 traite du choix et des principes d'application des parafoudres dans des situations pratiques.

INTRODUCTION

The present standard addresses performance tests for surge protective devices (SPDs).

There are three classifications of tests.

The class I test is intended to simulate partial conducted lightning current impulses. SPDs subjected to class I test methods are generally recommended for locations at points of high exposure, e.g., line entrances to buildings protected by lightning protection systems.

SPDs tested to class II or III test methods are subjected to impulses of shorter duration. These SPDs are generally recommended for locations with lesser exposure.

All SPDs are tested on a “black box” basis. Tests are included to assess techniques used by the manufacturers in order to apply the most appropriate test method.

Part 2 addresses the selection and application principles of SPDs in practical situations.

DISPOSITIFS DE PROTECTION CONTRE LES SURTENSIONS CONNECTÉS AUX RÉSEAUX DE DISTRIBUTION BASSE TENSION –

Partie 1: Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essai

1 Généralités

1.1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61643 est applicable aux dispositifs de protection contre les effets directs et indirects de la foudre ou contre les surtensions transitoires. Ces dispositifs sont conçus pour être connectés à des circuits sous tension alternative 50/60 Hz ou sous tension continue et à des équipements de tension assignée efficace jusqu'à 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu. Les caractéristiques de fonctionnement, les méthodes normalisées d'essais et les paramètres sont établis pour les dispositifs incluant au moins un composant non linéaire destiné à limiter les surtensions et à écouler les courants.

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 partie de la CEI 61643. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente partie de la CEI 61643 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 60060-1:1989, *Techniques des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et prescriptions générales relatives aux essais*

CEI 60112:1979, *Méthode pour déterminer des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides dans des conditions humides*

CEI 60227 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au polychlorure de vinyle, de tension nominale au plus égale à 450/750 V*

CEI 60245 (toutes les parties), *Conducteurs et câbles isolés au caoutchouc – Tension assignée au plus égale à 450/750 V*

CEI 60364-4-442:1993, *Installations électriques des bâtiments – Partie 4-442: Protection pour assurer la sécurité – Protection contre les surtensions – Protection des installations à basse tension contre les défauts à la terre dans les installations à haute tension*

CEI 60364-5-534:1997, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Section 534: Dispositifs de protection contre les surtensions*

CEI 60529:1989, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

CEI 60664-1:1992, *Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 1: Principes, prescriptions et essais*

CEI 60695-2-1/1:1994, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-1/1: Méthodes d'essai – Feuille 1: Essai au fil incandescent sur produits finis et guide*

SURGE PROTECTIVE DEVICES CONNECTED TO LOW-VOLTAGE POWER DISTRIBUTION SYSTEMS –

Part 1: Performance requirements and testing methods

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 61643 is applicable to devices for surge protection against indirect and direct effects of lightning or other transient overvoltages. These devices are packaged to be connected to 50/60 Hz a.c. and d.c. power circuits, and equipment rated up to 1 000 V r.m.s. or 1 500 V d.c. Performance characteristics, standard methods for testing, and ratings are established for these devices that contain at least one nonlinear component that is intended to limit surge voltages and divert surge currents.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 61643. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 61643 are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60112:1979, *Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions*

IEC 60227 (all parts), *Polyvinyl chloride insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60245 (all parts), *Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V*

IEC 60364-4-442:1993, *Electrical installations of buildings – Part 4-442: Protection for safety – Protection against overvoltages – Protection of low-voltage installations against faults between high-voltage systems and earth*

IEC 60364-5-534:1997, *Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Section 534: Devices for protection against overvoltages*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP code)*

IEC 60664-1:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-1/1:1994, *Fire hazard testing – Part 2-1/1: Test methods – Sheet 1: Glow wire end-product test and guidance*

CEI 60884-1:1994, *Prises de courant pour usages domestiques et analogues – Partie 1: Règles générales*
Amendement 1 (1994)
Amendement 2 (1995)

CEI 60898:1995, *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

CEI 60947-1:1996, *Appareillage à basse tension – Partie 1: Règles générales*

CEI 60947-5-1:1990, *Appareillage à basse tension – Partie 5-1: Appareils et éléments de commutation pour circuits de commande – Appareils électromécaniques pour circuits de commande*

CEI 60999 (toutes les parties), *Dispositifs de connexion – Prescriptions de sécurité pour organes de serrage à vis et sans vis pour conducteurs électriques en cuivre*

CEI 61180-1:1992, *Techniques des essais à haute tension pour matériels à basse tension – Partie 1: Définitions, prescriptions et modalités relatives aux essais*

CEI 61643-12:—, *Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution électrique à basse tension – Partie 12: Principes de choix et d'utilisation¹⁾*

2 Conditions de fonctionnement

2.1 Conditions normales

2.1.1 Fréquence: la fréquence de l'alimentation est comprise entre 48 Hz et 62 Hz en courant alternatif.

2.1.2 Tension: la tension appliquée de manière continue entre les bornes du parafoudre ne doit pas dépasser sa tension maximale de service permanent.

2.1.3 Altitude: l'altitude ne doit pas dépasser 2 000 m.

2.1.4 Températures de fonctionnement et de stockage

- domaine normal: –5 °C à +40 °C
- domaine étendu: –40 °C à +70 °C

2.1.5 Humidité – humidité relative: en usage intérieur ambiant, l'humidité relative doit être comprise entre 30 % et 90 %.

2.2 Conditions anormales

L'exposition du parafoudre à des conditions anormales de fonctionnement peut nécessiter des dispositions particulières lors de la conception ou de la mise en oeuvre du parafoudre et il convient de le rappeler à l'attention du constructeur.

Pour les parafoudres extérieurs exposés à des rayonnements solaires ou autres des prescriptions complémentaires peuvent être nécessaires.

¹⁾ A publier.

IEC 60884-1:1994, *Plugs and socket outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements*
Amendment 1 (1994)
Amendment 2 (1995)

IEC 60898:1995, *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60947-1:1996, *Low voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules*

IEC 60947-5-1:1990, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 5-1: Control circuit devices and switching elements – Electromechanical control circuit devices*

IEC 60999 (all parts), *Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless type clamping units for electrical copper conductors*

IEC 61180-1:1992, *High-voltage test techniques for low voltage equipment – Part 1: Definitions, test and procedure requirements*

IEC 61643-12:—, *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 12: Selection and application principles*¹⁾

2 Service conditions

2.1 Normal

2.1.1 Frequency: frequency of the supply mains is between 48 Hz and 62 Hz a.c.

2.1.2 Voltage: the voltage applied continuously between the terminals of the Surge Protective Device (SPD) must not exceed its maximum continuous operating voltage.

2.1.3 Altitude: altitude shall not exceed 2 000 m.

2.1.4 Operating and storage temperatures

- normal range: –5 °C to +40 °C
- extended range: –40 °C to +70 °C

2.1.5 Humidity – relative humidity: under indoor temperature conditions shall be between 30 % and 90 %.

2.2 Abnormal

Exposure of the SPD to abnormal service conditions may require special consideration in the design or application of the SPD, and should be called to the attention of the manufacturer.

For outdoor SPDs exposed to solar or other radiation, additional requirements may be necessary.

¹⁾ To be published.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de la CEI 61643, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

parafoudre

dispositif destiné à limiter les surtensions transitoires et à écouler les courants de foudre. Il inclut au moins un composant non linéaire

3.2

parafoudre à un port

parafoudre connecté en dérivation du circuit à protéger. Un dispositif à un port peut avoir des bornes d'entrée et de sortie séparées sans impédance spécifique en série entre ces bornes

3.3

parafoudre à deux ports

parafoudre équipé de deux jeux de bornes, entrée et sortie. Une impédance spécifique en série est insérée entre les alimentations et la charge

3.4

parafoudre de type coupure en tension

parafoudre présentant une impédance élevée en l'absence de choc, qui peut chuter rapidement en réponse à un choc. Des composants habituels utilisés comme dispositifs à coupure en tension sont par exemple les éclateurs, les tubes à gaz, les thyristors silicium (redresseurs silicium) et les triacs. Ces parafoudres sont parfois dits «de type crowbar»

3.5

parafoudre de type limitation de tension

parafoudre présentant une impédance élevée en l'absence de choc, mais qui diminue de manière continue avec un courant et une tension de choc croissants. Des exemples habituels de composants utilisés comme dispositifs non linéaires sont les varistances et les diodes écrêteuses. Ces parafoudres sont parfois dits «de type clamping»

3.6

parafoudre de type combiné

parafoudre comprenant des composants de type coupure en tension et de type limitation de tension et pouvant couper en tension, limiter en tension ou effectuer les deux à la fois, et dont le comportement dépend des caractéristiques de la tension appliquée

3.7

modes de protection

les composants de protection du parafoudre peuvent être connectés entre phases, entre phase et terre ou entre phase et neutre ou neutre et terre et toute autre combinaison. Ces chemins sont désignés sous le nom de modes de protection

3.8

courant nominal de décharge I_n

valeur crête d'un courant de forme d'onde 8/20 s'écoulant dans le parafoudre. Il est utilisé pour la classification des parafoudres pour l'essai de classe II et pour le préconditionnement de parafoudres pour des essais de classe I et II

3.9

courant de choc I_{imp}

le courant de choc I_{imp} est défini par un courant crête, $I_{crête}$, et la charge Q , et essayé conformément à la séquence d'essai de fonctionnement. Il est utilisé pour la classification des parafoudres pour l'essai de classe I

3 Definitions

For the purpose of this part of IEC 61643, the following definitions apply.

3.1

Surge Protective Device (SPD)

a device that is intended to limit transient overvoltages and divert surge currents. It contains at least one nonlinear component

3.2

one-port SPD

an SPD connected in shunt with the circuit to be protected. A one port device may have separate input and output terminals without a specific series impedance between these terminals

3.3

two-port SPD

an SPD with two sets of terminals, input and output. A specific series impedance is inserted between these terminals

3.4

voltage switching type SPD

an SPD that has a high impedance when no surge is present, but can have a sudden change in impedance to a low value in response to a voltage surge. Common examples of components used as voltage switching devices are spark gaps, gas tubes, thyristors (silicon-controlled rectifiers) and triacs. These SPDs are sometimes called "crowbar type"

3.5

voltage limiting type SPD

an SPD that has a high impedance when no surge is present, but will reduce it continuously with increased surge current and voltage. Common examples of components used as non-linear devices are varistors and suppressor diodes. These SPDs are sometimes called "clamping type"

3.6

combination type SPD

an SPD that incorporates both voltage switching type components and voltage limiting type components may exhibit voltage switching, voltage limiting or both voltage switching and voltage limiting behaviour depending upon the characteristics of the applied voltage

3.7

modes of protection

an SPDs protective component may be connected line-to-line or line-to-earth or line-to-neutral or neutral-to-earth and combinations thereof. These paths are referred to as modes of protection

3.8

nominal discharge current I_n

the crest value of the current through the SPD having a current waveshape of 8/20. This is used for the classification of the SPD for class II test and also for preconditioning of the SPD for class I and II tests

3.9

impulse current I_{imp}

it is defined by a current peak value I_{peak} and the charge Q . Tested according to the test sequence of the operating duty test. This is used for the classification of the SPD for class I test

3.10

courant maximal de décharge $I_{\max}$ pour essai de classe II

valeur crête d'un courant de forme d'onde 8/20 s'écoulant dans le parafoudre et d'amplitude conforme à la séquence d'essai de fonctionnement pour la classe II. $I_{\max}$ est supérieur à I_n

3.11

tension maximale de service permanent U_c

valeur maximale de la tension efficace ou continue qui peut être appliquée de façon continue pour le mode de protection du parafoudre. Elle est égale à la tension assignée

3.12

consommation de puissance en régime permanent P_c

puissance consommée par le parafoudre lorsqu'il est soumis à la tension maximale de service permanent (U_c) avec des tensions et des angles de phases équilibrés sans charge. Le parafoudre est connecté selon les instructions du fabricant

3.13

courant de suite I_f

courant fourni par le réseau d'énergie électrique et s'écoulant dans le parafoudre après passage du courant de décharge, et qui est très différent du courant de fonctionnement permanent I_c

3.14

courant de charge assigné I_L

valeur maximale efficace du courant permanent alternatif ou continu pouvant alimenter une charge connectée à la sortie protégée d'un parafoudre

3.15

niveau de protection en tension U_p

paramètre qui caractérise le fonctionnement du parafoudre par limitation de la tension entre ses bornes et qui est choisi dans la liste des valeurs préférentielles. Cette valeur est supérieure à la valeur la plus élevée obtenue lors de la mesure de la tension de limitation

3.16

tension de limitation mesurée

amplitude maximale de tension apparaissant aux bornes du parafoudre lors d'une impulsion de choc de forme d'onde et d'amplitude spécifiées

3.17

tension résiduelle U_{res}

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

3.18

caractéristique de la surtension temporaire (TOV)

tendue d'un parafoudre lorsqu'il est soumis à une surtension temporaire U_T pendant une durée spécifique t_T

NOTE Cette caractéristique peut être soit la tenue à une surtension temporaire sans modifications inacceptables des caractéristiques ou des fonctionnalités ou une défaillance telle que décrite en 7.7.6.2.

3.19

capacité de tenue aux chocs aval pour parafoudre à deux ports

aptitude d'un parafoudre à deux ports de résister aux chocs sur les bornes de sortie issus des charges en aval du parafoudre

3.10**maximum discharge current $I_{\max}$ for class II test**

crest value of a current through the SPD having an 8/20 waveshape and magnitude according to the test sequence of the class II operating duty test. $I_{\max}$ is greater than I_n

3.11**maximum continuous operating voltage U_c**

the maximum r.m.s. or d.c. voltage which may be continuously applied to the SPDs mode of protection. This is equal to the rated voltage

3.12**standby power consumption P_c**

power consumed by the SPD when energized at the maximum continuous operating voltage (U_c) with balanced voltages and phase angles and no load. The SPD is connected in accordance with the manufacturer's instructions

3.13**follow current I_f**

current supplied by the electrical power system and flowing through the SPD after a discharge current impulse. The follow current is significantly different from the continuous operating current I_c

3.14**rated load current I_L**

maximum continuous rated r.m.s. or d.c. current that can be supplied to a load connected to the protected output of an SPD

3.15**voltage protection level U_p**

a parameter that characterizes the performance of the SPD in limiting the voltage across its terminals, which is selected from a list of preferred values. This value shall be greater than the highest value of the measured limiting voltages.

3.16**measured limiting voltage**

the maximum magnitude of voltage that is measured across the terminals of the SPD during the application of impulses of specified waveshape and amplitude

3.17**residual voltage U_{res}**

the peak value of voltage that appears between the terminals of an SPD due to the passage of discharge current

3.18**temporary overvoltage (TOV) characteristic**

behaviour of an SPD when subjected to a temporary overvoltage U_T for specific time duration t_T

NOTE This characteristic can be either withstanding a TOV without unacceptable changes in characteristics or functionality, or failing as described in 7.7.6.2.

3.19**load-side surge withstand capability for a two-port SPD**

ability of a two-port SPD to withstand surges on the output terminals originated in loads downstream of the SPD

3.20

chute de tension (en pourcentage)

$$\Delta U = ((U_e - U_s) / U_e) \times 100 \%$$

où

U_e est la tension d'entrée et U_s la tension de sortie mesurées de manière simultanée lorsque toute la charge résistive assignée est connectée. Ce paramètre n'est utilisé que pour les parafoudres à deux ports

3.21

perte d'insertion

pour une fréquence donnée, la perte d'insertion d'un parafoudre connecté à une alimentation donnée est définie comme le rapport des tensions apparaissant aux bornes immédiatement en amont du point d'insertion, avant et après insertion du parafoudre à l'essai. Ce résultat est exprimé en décibels

NOTE Les prescriptions et les essais sont à l'étude.

3.22

tension de choc 1,2/50

tension de choc dont le front de montée virtuel (temps de montée de 10 % à 90 % de la valeur crête) est de 1,2 μ s et dont la durée jusqu'à mi-valeur est de 50 μ s

3.23

courant de choc 8/20

courant de choc dont le front de montée virtuel est de 8 μ s et dont la durée jusqu'à mi-valeur est de 20 μ s

3.24

forme d'onde combinée

la forme d'onde combinée est délivrée par un générateur appliquant une tension de choc 1,2/50 dans un circuit ouvert et un courant de choc 8/20 en court-circuit. La tension, l'amplitude du courant et les formes d'ondes délivrées au parafoudre sont déterminées par le générateur et par l'impédance sur laquelle la surtension est appliquée. Le rapport de la tension de crête en circuit ouvert sur le courant de crête en court-circuit est de 2 Ω , cela étant défini comme une impédance fictive Z_f . Le courant de court-circuit est symbolisé par I_{sc} . La tension à circuit ouvert est symbolisée par U_{oc}

3.25

emballement thermique

condition de fonctionnement où la puissance de dissipation dégagée dans le parafoudre dépasse la tenue de dissipation thermique de l'enveloppe et des connexions, conduisant à un accroissement cumulatif de la température des composants internes et à leur défaillance

3.26

stabilité thermique

un parafoudre est thermiquement stable si, après l'essai de fonctionnement à l'origine de l'élévation de sa température, la température du parafoudre diminue dans le temps, le parafoudre étant alimenté sous une tension maximale de service permanent et dans les conditions de température ambiantes spécifiées

3.27

dégradation

variation des paramètres de fonctionnement originels due à l'exposition du parafoudre aux chocs, au fonctionnement ou à un environnement défavorable

3.20**voltage drop (in per cent)**

$$\Delta U = ((U_{IN} - U_{OUT}) / U_{IN}) \times 100 \%$$

where

U_{IN} is the input voltage and U_{OUT} is the output voltage measured simultaneously with a full rated resistive load connected. This parameter is only used for two-port SPDs.

3.21**insertion loss**

at a given frequency, the insertion loss of an SPD connected into a given power system is defined as the ratio of voltages appearing across the mains immediately beyond the point of insertion before and after the insertion of the SPD under test. This result is expressed in decibels

NOTE Requirements and tests are under consideration.

3.22**1,2/50 voltage impulse**

a voltage impulse with a virtual front time (time to rise from 10 % to 90 % of the peak value) of 1,2 μ s and a time to half-value of 50 μ s

3.23**8/20 current impulse**

a current impulse with a virtual front time of 8 μ s and a time to half value of 20 μ s

3.24**combination wave**

the combination wave is delivered by a generator that applies a 1,2/50 voltage impulse across an open circuit and an 8/20 current impulse into a short circuit. The voltage, current amplitude and waveforms that are delivered to the SPD are determined by the generator and the impedance of the SPD to which the surge is applied. The ratio of peak open-circuit voltage to peak short-circuit current is 2 Ω ; this is defined as the fictive impedance Z_f . The short-circuit current is symbolized by I_{sc} . The open-circuit voltage is symbolized by U_{oc}

3.25**thermal runaway**

an operational condition when the sustained power dissipation of an SPD exceeds the thermal dissipation capability of the housing and connections, leading to a cumulative increase in the temperature of the internal elements culminating in failure

3.26**thermal stability**

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

3.27**degradation**

the change of original performance parameters as a result of exposure of the SPD to surge, service or unfavourable environment

3.28

tenue au court-circuit

courant maximal de court-circuit présumé que le parafoudre peut supporter

3.29

déconnecteur

dispositif (interne et/ou externe) prescrit pour la déconnexion du parafoudre du réseau de puissance

NOTE Ce déconnecteur n'est pas prescrit pour obtenir le sectionnement. Il a pour but d'empêcher un défaut permanent sur le réseau et est utilisé pour donner une indication sur la défaillance du parafoudre.

Il peut exister plus d'une fonction de déconnecteur, par exemple une fonction de protection contre les surintensités et une fonction de protection thermique. Ces fonctions peuvent être incorporées dans une unité ou dans des unités séparées.

3.30

degré de protection procuré par l'enveloppe (code IP)

extension de protection procurée par une enveloppe contre l'accès aux parties dangereuses, contre la pénétration d'objets solides et/ou d'eau (se référer à la CEI 60529)

3.31

essais de type

essais effectués lors du développement d'un nouveau parafoudre. Ils sont utilisés pour définir des performances représentatives et pour démontrer la conformité aux normes applicables. Une fois réalisés, ces essais n'ont pas besoin d'être répétés, sauf si la conception a évolué pour modifier ses performances. Dans ce cas, seuls les essais nécessaires sont répétés

3.32

essais individuels

essais effectués sur chaque parafoudre ou sur des parties et des équipements tels qu'ils sont prescrits afin de s'assurer que le produit satisfait aux spécifications prévues

3.33

essais de réception

essais effectués lorsqu'il y a accord entre le constructeur et l'acheteur sur les essais à effectuer sur le parafoudre ou sur des échantillons représentatifs

3.34

réseau de découplage

dispositif utilisé pour empêcher la propagation de l'énergie de choc vers un matériel alimenté par la même source lors des essais du parafoudre. Il est parfois appelé «filtre anti-retour»

3.35 Classification des essais

3.35.1

essais de classe I

essais effectués sous le courant nominal de décharge I_n défini en 3.8, sous une tension de choc 1,2/50 définie en 3.22 et sous le courant de choc maximal I_{imp} pour l'essai de classe I, défini en 3.9

3.35.2

essais de classe II

essais effectués sous le courant nominal de décharge I_n défini en 3.8, sous une tension 1,2/50 définie en 3.22, et sous le courant maximal de décharge I_{max} pour l'essai de classe II défini en 3.10

3.28**short-circuit withstand**

maximum prospective short-circuit current that the SPD is able to withstand

3.29**SPD disconnecter**

device (internal and/or external) required for disconnecting an SPD from the power system

NOTE This disconnecting device is not required to have isolating capability. It is to prevent a persistent fault on the system and is used to give an indication of the SPD failure.

There may be more than one disconnector function, for example an overcurrent protection function and a thermal protection function. These functions may be integrated into one unit or performed in separate units.

3.30**degrees of protection provided by enclosure (IP code)**

the extent of protection provided by an enclosure against access to hazardous parts, against ingress of solid foreign objects and/or against ingress of water (see IEC 60529)

3.31**type tests**

tests which are made upon the completion of the development of a new SPD design. They are used to establish representative performance and to demonstrate compliance with the relevant standard. Once made, these tests need not be repeated unless the design is changed so as to modify its performance. In such a case, only the relevant tests need be repeated

3.32**routine tests**

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

3.33**acceptance tests**

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

3.34**decoupling network**

a device intended to prevent surge energy from being propagated to the power network during energized testing of SPD. Sometimes called a "back filter"

3.35 Impulse test classification**3.35.1****class I tests**

tests carried out with the nominal discharge current I_n defined in 3.8, the 1,2/50 voltage impulse defined in 3.22, and the maximum impulse current I_{imp} for class I test defined in 3.9

3.35.2**class II tests**

tests carried out with the nominal discharge current I_n defined in 3.8, the 1,2/50 voltage defined in 3.22, and the maximum discharge current I_{max} for class II test defined in 3.10

3.35.3

essais de classe III

essais effectués avec l'onde combinée (1,2/50, 8/20) définie en 3.24

3.36

protection contre les surintensités

dispositif de protection contre les surintensités qui pourrait faire partie de l'installation électrique (par exemple disjoncteur ou fusible) situé à l'extérieur en amont du parafoudre

3.37

dispositif de protection à courant différentiel-résiduel (DDR)

dispositif de sectionnement mécanique ou association de dispositifs destinée à entraîner l'ouverture de contacts lorsque le courant différentiel-résiduel ou de déséquilibre atteint une valeur donnée dans des conditions spécifiées

3.38

tension d'amorçage d'un parafoudre

valeur de la tension maximale avant la décharge disruptive entre les électrodes de l'éclateur d'un parafoudre

3.39

énergie spécifique W/R pour essai de classe I

énergie dissipée par le courant de foudre dans une résistance de 1Ω . Elle est égale à l'intégrale en temps du carré du courant de foudre $W/R = \int i^2 dt$

3.40

courant de court-circuit présumé d'un circuit de puissance I_p

courant qui s'écoulerait en un emplacement donné d'un circuit s'il était court-circuité en cet emplacement par une liaison d'impédance négligeable

3.41

valeur assignée d'interruption du courant de suite I_{fi}

courant de court-circuit présumé qu'un parafoudre est susceptible d'interrompre de lui-même

3.42

courant résiduel I_{pe}

courant s'écoulant dans le conducteur de protection lorsque le parafoudre est alimenté sous la tension maximale de service permanent (U_c) et connecté conformément aux instructions du fabricant

3.43

indicateur d'état

dispositif indiquant l'état de fonctionnement d'un parafoudre

NOTE Ces indicateurs peuvent être locaux avec des alarmes sonores et/ou visuelles et/ou peuvent avoir une signalisation à distance et/ou un contact de sortie.

3.44

contact de sortie

contact incorporé dans un circuit séparé du circuit principal et connecté à un déconnecteur ou à un indicateur d'état

3.35.3**class III tests**

tests carried out with the combination wave (1,2/50, 8/20) defined in 3.24

3.36**overcurrent protection**

overcurrent device (for example, circuit-breaker or fuse), which could be part of the electrical installation located externally upstream of the SPD

3.37**residual current device (RCD)**

a mechanical switching device or association of devices intended to cause the opening of the contacts when the residual or unbalanced current attains a given value under specified conditions

3.38**sparkover voltage of a voltage switching SPD**

maximum voltage value before disruptive discharge between the electrodes of the gap of a SPD

3.39**specific energy W/R for class I test**

the energy dissipated by the impulse current I_{imp} in a unit resistance of 1 Ω . It is equal to the time integral of the square of the current $W/R = \int i^2 dt$

3.40**prospective short-circuit current of a power supply I_p**

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

3.41**follow current interrupting rating I_{fi}**

prospective short-circuit current that an SPD is able to interrupt by itself

3.42**residual current I_{pe}**

current flowing through the PE terminal, when the SPD is energized at the maximum continuous operating voltage (U_c) when connected according to the manufacturer's instructions

3.43**status indicator**

device that indicates the operational status of an SPD

NOTE Such indicators may be local with visual and/or audible alarms and/or may have remote signalling and/or output contact capability.

3.44**output contact**

contact included in a circuit separate from the main circuits and linked to an SPD disconnecter or a status indicator

3.45

tenue aux défaillances en cas de surtension temporaire (TOV)

tenue d'un parafoudre connecté entre les bornes de phases, du neutre et de la terre dans des conditions de surtension temporaire (défaut à la terre dans le réseau HT affectant le réseau BT) définies dans la CEI 60364-4-442

NOTE Cette surtension temporaire peut dépasser la tenue aux surtensions temporaires U_T du parafoudre.

3.46

tension nominale alternative du réseau U_o

tension nominale entre phase et neutre (valeur efficace en courant alternatif) du réseau

4 Classifications

Le constructeur doit classer les parafoudres selon les paramètres suivants:

4.1 Nombre de ports

4.1.1 Un

4.1.2 Deux

4.2 Conception

4.2.1 Parafoudre de type à coupure de tension

4.2.2 Parafoudre de type à limitation de tension

4.2.3 Parafoudre de type combiné

4.3 Essais de classe I, II et III

L'information nécessaire pour les essais de classe I, II et III est donnée dans le tableau 1.

Tableau 1 – Essais de classe I, II et III

Essais	Information prescrite	Procédures d'essai (voir paragraphes)
Classe I	I_{imp}	7.1.1
Classe II	I_{max}	7.1.2
Classe III	U_{oc}	7.1.4

4.4 Emplacement

4.4.1 Intérieur

4.4.2 Extérieur

4.5 Accessibilité

4.5.1 Accessible

4.5.2 Non accessible (hors de portée)

NOTE «Hors de portée» signifie qu'il y a non-accessibilité aux parties actives sans l'aide d'outils ou d'autre matériel.

3.45**temporary overvoltage (TOV) failure behaviour**

behaviour of an SPD which is connected between phase/neutral terminals and earth terminals under TOV conditions (earth failure in HV systems affecting the LV system) described in IEC 60364-4-442

NOTE This temporary overvoltage can exceed the temporary overvoltage withstand capability U_T of an SPD.

3.46**nominal a.c. voltage of the system U_o**

nominal line to neutral voltage (r.m.s. value of the a.c. voltage) of the system

4 Classifications

The manufacture shall classify the SPDs in accordance with the following parameters.

4.1 Number of ports**4.1.1 One****4.1.2 Two****4.2 SPD design topology****4.2.1 Voltage switching type****4.2.2 Voltage limiting type****4.2.3 Combination type****4.3 SPD class I, II and III tests**

Information required for class I, class II and class III tests is given in table 1.

Table 1 – Class I, II and III tests

Tests	Required information	Test procedures (see subclauses)
Class I	I_{imp}	7.1.1
Class II	I_{max}	7.1.2
Class III	U_{oc}	7.1.4

4.4 Location**4.4.1 Indoor****4.4.2 Outdoor****4.5 Accessibility****4.5.1 Accessible****4.5.2 Inaccessible (out-of-reach)**

NOTE Out-of-reach means no access to live parts without the use of tools or other equipment.

4.6 Méthode d'installation

4.6.1 Permanente

4.6.2 Mobile

4.7 Déconnecteur du parafoudre

4.7.1 Emplacement

4.7.1.1 Interne

4.7.1.2 Externe

4.7.1.3 Combiné (une partie interne et une partie externe)

4.7.2 Fonctions de protection

4.7.2.1 Thermique

4.7.2.2 Courant de fuite

4.7.2.3 Surintensité

NOTE Le déconnecteur peut ne pas être nécessaire.

4.8 Protection contre les surintensités

4.8.1 Spécifiée

4.8.2 Non spécifiée

4.9 Degré de protection procuré par les enveloppes conformément aux codes IP de la CEI 60529

4.10 Domaine de températures

4.10.1 Normal

4.10.2 Etendu

5 Valeurs normalisées

5.1 Valeurs préférentielles des courants de choc pour les essais de classe I, I_{imp}

Courant crête 1,0; 2; 5; 10; et 20 kA

Charge Q 0,5; 1; 2,5; 5; et 10 As

5.2 Valeurs préférentielles des courants nominaux de décharge pour les essais de classe II, I_n

0,05 0,1 0,25 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 5,0 10 15 et 20 kA

5.3 Valeurs préférentielles des tensions à circuit ouvert pour les essais de classe III, U_{oc}

0,1 0,2 0,5 1 2 3 4 5 6 10 et 20 kV

4.6 Mounting method

4.6.1 Fixed

4.6.2 Portable

4.7 SPD disconnector

4.7.1 Location

4.7.1.1 Internal

4.7.1.2 External

4.7.1.3 Both (one part internal and one part external)

4.7.2 Protection functions

4.7.2.1 Thermal

4.7.2.2 Leakage current

4.7.2.3 Overcurrent

NOTE The disconnector may not be necessary.

4.8 Overcurrent protection

4.8.1 Specified

4.8.2 Not specified

4.9 Degree of protection provided by enclosures according to IP codes of IEC 60529

4.10 Temperature range

4.10.1 Normal

4.10.2 Extended

5 Standard ratings

5.1 Preferred values of impulse current for class I tests I_{imp}

I_{peak} 1,0; 2; 5; 10; and 20 kA

Q_{charge} 0,5; 1; 2,5; 5; and 10 As

5.2 Preferred values of nominal discharge current for class II tests I_n

0,05 0,1 0,25 0,5 1,0 1,5 2,0 2,5 3,0 5,0 10 15 and 20 kA

5.3 Preferred values of open-circuit voltage for class III tests U_{oc}

0,1 0,2 0,5 1 2 3 4 5 6 10 and 20 kV

5.4 Valeurs préférentielles du niveau de protection en tension U_p

0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,22	0,33	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0 et	10 kV	

5.5 Valeurs préférentielles des tensions maximales efficaces ou continues de régime permanent U_c

52	63	75	95	110	130	150	175	220	230	240	250	260
275	280	320	420	440	460	510	530	600	630	690	800	900
1 000	et	1 500 V										

6 Prescriptions

6.1 Prescriptions générales

6.1.1 Identification

Les indications minimales suivantes doivent être fournies par le constructeur. La conformité est vérifiée selon l'article 7.

- Le nom du constructeur ou la marque de fabrique et le numéro de série
- La catégorie d'emplacement
- Le nombre de ports
- La méthode d'installation
- La tension maximale de régime permanent U_c (une valeur pour chaque mode de protection) et la fréquence nominale assignée
- La classification des essais et les paramètres de décharge pour chaque mode de protection déclaré par le constructeur:
 - I_{imp} (essais de classe I)
 - I_{max} (essais de classe II)
 - U_{oc} (essais de classe III)
- Le courant nominal de décharge I_n pour les classes I et II (une valeur pour chaque mode de protection en tension)
- Le niveau de protection U_p (une valeur pour chaque mode de protection)
- Courant de charge assigné I_L (si prescrit)
- Le degré de protection fourni par l'enveloppe (code IP) (si IP > 20)
- La tenue au court-circuit
- Les valeurs assignées maximales recommandées des protections contre les surintensités (si applicable)
- L'indication de fonctionnement du système de déconnexion (s'il existe)
- La position en usage normal, si elle est significative
- L'identification des bornes (si nécessaire)
- Les instructions de mise en oeuvre (par exemple connexions, dimensions mécaniques, longueurs des jonctions, etc.)
- Le type de courant: alternatif, continu ou les deux
- L'énergie spécifique pour l'essai de classe I, W/R (7.1.1)
- Le domaine de températures

5.4 Preferred values of voltage protection level U_p

0,08	0,09	0,10	0,12	0,15	0,22	0,33	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
1,0	1,2	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	8,0	and 10 kV	

5.5 Preferred values of r.m.s. or d.c. maximum continuous operating voltage U_c

52	63	75	95	110	130	150	175	220	230	240	250	260
275	280	320	420	440	460	510	530	600	630	690	800	900
1 000	and	1 500 V										

6 Requirements

6.1 General requirements

6.1.1 Identification

The following minimum information shall be provided by the manufacturer. Tested in accordance with clause 7.

- a) Manufacturer's name or trade mark and model number
- b) Location category
- c) Number of ports
- d) Method of mounting
- e) Maximum continuous operating voltage U_c (one value for each mode of protection) and nominal/rated frequency
- f) Test classification and discharge parameters for each mode of protection declared by the manufacturer:
 - class I test I_{imp}
 - class II test I_{max}
 - class III test U_{oc}
- g) Nominal discharge current I_n for classes I and II (one value for each mode of protection)
- h) Voltage protection level U_p (one value for each mode of protection)
- i) Rated load current I_L (if required)
- j) Degree of protection provided by the enclosure (IP code) (if IP > 20)
- k) Short-circuit withstand
- l) Maximum recommended ratings of overcurrent protection (if applicable)
- m) Indication of disconnector operation (if any)
- n) Position of normal use if significant
- o) Identification of terminals (if necessary)
- p) Installation instructions (e.g. connection, mechanical dimensions, lead lengths, etc.)
- q) Type of current: a.c. frequency or d.c., or both
- r) Specific energy W/R for class I test only (from 7.1.1)
- s) Temperature range

- t) La valeur assignée d'interruption du courant de suite I_{fi} (à l'exception des parafoudres du type à limitation de tension)
- u) Les prescriptions relatives au déconnecteur externe doivent être définies par le fabricant
- v) Courant résiduel I_{PE} (optionnel)
- w) Caractéristique de la surtension temporaire (TOV)

6.1.2 Marquage

Les marquages a), e), f), h), j), l), o) et q) de 6.1.1 doivent obligatoirement figurer sur le corps du parafoudre ou être fixés de manière permanente sur celui-ci. Pour certains parafoudres à un port, il n'est pas nécessaire d'indiquer un courant de charge assigné.

Le marquage doit être indélébile et lisible et ne doit pas être fixé au moyen de vis et de rondelles amovibles. La conformité est vérifiée par les essais de 7.2.

NOTE Si l'espace est limité, le nom du constructeur ou la marque de fabrique et le numéro de série figureront sur le dispositif; d'autres marquages devront figurer sur l'emballage le plus petit.

6.2 Prescriptions électriques

6.2.1 Connexions électriques

Les bornes doivent être conçues pour la connexion de câbles ayant une section minimale et maximale suivant les déclarations du constructeur.

Chaque essai doit être effectué dans la configuration la plus sévère (c'est-à-dire la section minimale ou maximale selon l'essai (voir article 7)). Le parafoudre doit être pourvu de bornes où une connexion électrique est possible au moyen de vis, d'écrous, de prises, de fiches ou d'autres dispositifs analogues. Cela est vérifié en 7.3.

6.2.2 Niveau de protection en tension U_p

La tension de limitation mesurée du parafoudre ne doit pas être supérieure au niveau de protection en tension spécifié par le constructeur. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.5.

6.2.3 Essai(s) de classe I du courant de choc

Le parafoudre doit être vérifié selon les paramètres des essais de la classe I quand le constructeur déclare qu'il est conforme à ces prescriptions. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.6.5.

6.2.4 Essai(s) de classe II du courant de décharge nominal

Le parafoudre doit être vérifié selon les paramètres des essais de la classe II quand le constructeur déclare qu'il est conforme à ces prescriptions. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.6.5.

6.2.5 Essai(s) de classe III en onde combinée

Le parafoudre doit être vérifié selon les paramètres des essais de la classe III quand le constructeur déclare qu'il est conforme à ces prescriptions. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.6.7.

6.2.6 Essais de fonctionnement

Le parafoudre doit résister aux courants de décharge spécifiés superposés à la tension maximale de service permanent U_c , sans modification inacceptable de ses caractéristiques. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.6.

- t) Follow current interrupting rating I_{fi} (except in the case of voltage limiting type SPDs)
- u) The external SPD disconnector requirements shall be defined by the manufacturer
- v) Residual current I_{PE} (optional)
- w) Temporary overvoltage (TOV) characteristic

6.1.2 Marking

Markings a), e), f), h), j), l), o) and q) in 6.1.1 are mandatory on the body, or permanently attached to the body, of the SPD. For some designs of one port SPDs, there may not be a need to provide a rated load current.

Marking shall be indelible and legible and shall not be placed on screws and removable washers. Compliance is in accordance with the test of 7.2.

NOTE Where space is limited, the manufacturer's name or trade mark and model number will appear on the device; other markings should appear on the smallest package.

6.2 Electrical requirements

6.2.1 Electrical connections

Terminals shall be designed for the connection of cables having a minimum and a maximum cross-sectional area according to the manufacturer declaration.

Each of the tests must be passed by using the most severe configuration (i.e. the maximum or minimum cross-sectional area depending on the test (see clause 7). The SPD shall be equipped with terminals where electrical connection is possible by means of screws, nuts, plugs, sockets or equal effective means. This is checked in 7.3.

6.2.2 Voltage protection level U_p

The measured limiting voltage of SPDs shall not exceed the voltage protection level that is specified by the manufacturer. Compliance is in accordance with the test of 7.5.

6.2.3 Class I impulse current test(s)

An SPD shall be tested to class I test when the manufacturer declares that it meets those requirements. Compliance is in accordance with the test of 7.6.5.

6.2.4 Class II nominal discharge current test(s)

An SPD shall be tested to class II test when the manufacturer declares that it meets those requirements. Compliance is in accordance with 7.6.5.

6.2.5 Class III combination wave test(s)

An SPD shall be tested to class III test when the manufacturer declares that it meets those requirements. Compliance is in accordance with the test of 7.6.7.

6.2.6 Operating duty test

The SPD shall be capable of withstanding specified discharge currents during application of the maximum continuous operating voltage U_c without unacceptable changes in its characteristics. Compliance is in accordance with the test of 7.6.

6.2.7 Déconnecteurs

Le parafoudre peut avoir des déconnecteurs (soit internes, soit externes ou les deux). Leur fonctionnement doit être indiqué.

NOTE Les prescriptions d'installation non liées aux parafoudres peuvent nécessiter la mise en œuvre de dispositifs de protection contre les surintensités additionnelles et/ou de courant assigné inférieur.

Les déconnecteurs doivent être essayés avec le parafoudre lors de la séquence des essais de type, sauf pour les disjoncteurs différentiels qui ne sont pas essayés en fonctionnement conformément à 7.7.1.

La conformité est vérifiée par les essais de 7.7 et de 7.8.3.

6.2.8 Distances dans l'air et lignes de fuite

Le parafoudre doit présenter des distances dans l'air et des lignes de fuite appropriées. Les essais sont effectués conformément à 7.9.5.

6.2.9 Résistance au cheminement

Les matériaux isolants nécessaires pour maintenir en position des parties actives doivent être soit en matériau résistant au cheminement, soit être suffisamment dimensionnés. Les essais sont effectués conformément à 7.9.6.

6.2.10 Rigidité diélectrique

La rigidité diélectrique du boîtier du parafoudre doit être suffisante pour éviter tout défaut d'isolement et assurer la protection contre les contacts directs. Les essais sont effectués conformément à 7.9.8.

6.2.11 Tenue aux courts-circuits

Le parafoudre doit supporter le courant de court-circuit jusqu'à la coupure de ce courant soit par le parafoudre lui-même, soit par un dispositif de déconnexion interne ou externe, ou par une protection contre les surintensités. Les essais sont effectués conformément à 7.7.3.

6.2.12 Fonctionnement de l'indicateur d'état

Généralités

Lors de la procédure complète de l'essai, l'état donné par le ou les indicateurs doit fournir une indication claire de l'état de la partie à laquelle il est connecté. Pour un parafoudre avec indicateur d'état intermédiaire, cet état intermédiaire n'est pas considéré comme un défaut de l'indicateur. S'il existe plus d'une méthode d'indication d'état, par exemple indication locale et à distance, chaque type d'indication doit être vérifié. Le fabricant doit donner des informations sur la fonction de l'indicateur et les actions à entreprendre après chaque changement d'état.

Un indicateur d'état peut être constitué de deux parties reliées par un mécanisme de couplage pouvant être mécanique, optique, audio, électromagnétique, etc. Une partie est remplacée lors du remplacement du parafoudre et doit être vérifiée comme ci-dessus. L'autre partie n'est pas remplacée lors du remplacement du parafoudre et doit, de plus, être capable de fonctionner au moins 50 fois.

NOTE L'action du mécanisme de couplage agissant sur la partie non remplacée de l'indicateur d'état peut être simulée par des moyens autres que le fonctionnement de la partie remplacée du parafoudre, par exemple un ressort ou un électro-aimant séparé.

S'il existe une norme appropriée pour le type d'indication utilisé, elle doit satisfaire à la partie non remplacée de l'indicateur d'état, sauf que l'indicateur ne doit être vérifié que 50 fois.

6.2.7 SPD disconnecter

The SPD may have SPD disconnectors (which can be either internal, external or both). Their operation shall be indicated.

NOTE Installation requirements not related to the SPDs may require additional and/or lower rated overcurrent protective devices.

SPD disconnectors shall be tested with the SPD during the sequence of type tests except RCDs, which are not tested during the operating duty test according to 7.7.1.

Compliance is in accordance with the tests of 7.7 and 7.8.3.

6.2.8 Air clearances and creepage distances

The SPD shall have sufficient air clearances and creepage distances. Testing is in accordance with 7.9.5.

6.2.9 Tracking resistance

Insulating materials necessary to retain live parts in their position shall be composed of non-tracking material, or they shall be sufficiently dimensioned. Testing in accordance with 7.9.6.

6.2.10 Dielectric withstand

The dielectric withstand of the housing of the SPD shall be sufficient with respect to insulation breakdown and protection against direct contact. Testing in accordance with 7.9.8.

6.2.11 Short-circuit withstand capability

The SPD shall be able to carry the power short-circuit current until it is interrupted either by the SPD itself, by an internal or external overcurrent disconnector or by the overcurrent protection. Testing is in accordance with 7.7.3.

6.2.12 Status indicator operation

General requirements

Throughout the entire type testing procedure, the status shown by the indicator(s) shall give a clear sign of the status of the part to which it is linked. For an SPD with a stated intermediate status indication, the intermediate status is not considered as a failure of the indicator. Where there is more than one method of status indication, for example local and remote indication, each type of indication shall be checked. The manufacturer shall provide information about the function of the indicator and the actions to be taken after change of status indication.

A status indicator may be composed of two parts linked by a coupling mechanism which can be mechanical, optical, audio, electromagnetic, etc. One part is replaced on replacement of the SPD and shall be tested as above. The other part is not replaced on the replacement of the SPD and shall additionally be capable of operating at least 50 times.

NOTE The action of the coupling mechanism which operates the non-replaced part of the status indicator, may be simulated by means other than operation of the section within the replaced part of the SPD, for example, a separate electromagnet or a spring.

Where there is an appropriate standard for the type of indication used, this shall be met by the non-replaced part of the status indicator, with the exception that the indicator need only be tested for 50 operations.

6.2.13 Isolement entre des circuits séparés

Si un parafoudre comporte un circuit électriquement séparé du circuit principal, le fabricant doit fournir des informations sur l'isolement et les tensions de tenue diélectrique entre les circuits ainsi que sur les normes auxquelles il se réfère pour la déclaration de conformité.

Dans le cas de plus de deux circuits, des informations doivent être données pour chaque combinaison de circuits.

L'isolement et la tenue diélectrique des circuits séparés doivent être vérifiés conformément aux déclarations du fabricant.

6.3 Prescriptions mécaniques

Les parafoudres doivent être fournis avec des moyens appropriés pour leur montage assurant une stabilité mécanique. Les essais sont effectués conformément à 7.9.2.

6.3.1 Généralités

Le parafoudre doit être pourvu de bornes avec la possibilité de connexion électrique au moyen de

- bornes à vis;
- écrous;
- fiches;
- prises;
- bornes sans vis;
- connexions à perçage d'isolant;
- ou d'autres dispositifs également efficaces.

6.3.2 Connexions mécaniques

- a) Les bornes doivent être fixées sur le parafoudre de manière à ce qu'elles ne se desserrent pas en cas de serrage ou de desserrage des vis ou écrous de blocage. Un outil est requis pour le desserrage des vis ou écrous de blocage.
- b) Les fiches et prises de courant doivent être conformes aux prescriptions nationales appropriées et aux articles de la CEI 60884-1 qui peuvent s'appliquer.
- c) Vis, parties conductrices et connexions

- 1) Les connexions électriques ou mécaniques doivent résister aux contraintes mécaniques pouvant apparaître en usage normal.

Les vis utilisées lors du montage du parafoudre pendant son installation ne doivent pas être du type à coupure.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.1.

- 2) Les connexions électriques doivent être conçues de manière que la pression de contact ne soit pas transmise par un matériau isolant autre que la céramique, le mica pur ou d'autres matériaux ayant des caractéristiques appropriées, sauf si les parties métalliques présentent une résilience suffisante pour compenser tout rétrécissement ou étirement du matériau isolant.

La conformité est vérifiée par inspection.

La convenance du matériau est considérée en tenant compte de la stabilité des dimensions.

6.2.13 Isolation between separate circuits

Where an SPD includes a circuit which is electrically isolated from the main circuit, the manufacturer shall provide information about the isolation and dielectric withstand voltages between the circuits as well as the relevant standards with which he is claiming conformity.

Where there are more than two circuits, declarations shall be made with regard to each combination of circuits.

The isolation and dielectric withstand of the separate circuits shall be tested according to the manufacturer's declaration.

6.3 Mechanical requirements

SPDs shall be provided with appropriate means for mounting that will ensure mechanical stability. Testing in accordance with 7.9.2.

6.3.1 General

The SPD shall be equipped with terminals where electrical connection is possible by means of:

- terminal with screw;
- nuts;
- plugs;
- socket;
- screwless terminal;
- insulation piercing connections;
- or equal effective means.

6.3.2 Mechanical connections

- a) Terminals shall be fastened to the SPD in such a way that they will not work loose if the clamping screws or the lock nuts are tightened or loosened. A tool shall be required to loosen the clamping screws or the lock nuts.
- b) Plugs and socket outlets shall correspond to the relevant national requirements, and those clauses of IEC 60884-1 that may apply.
- c) Screws, current-carrying parts and connections

- 1) Connections, whether electrical or mechanical, shall withstand the mechanical stresses occurring in normal use.

Screws operated when mounting the SPD during installation shall not be of the thread-cutting type.

Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.1.

- 2) Electrical connections shall be so designed that contact pressure is not transmitted through insulating material other than ceramic, pure mica or other material with characteristics no less suitable, unless there is sufficient resilience in the metallic parts to compensate for any possible shrinkage or yielding of the insulating material.

Compliance is checked by inspection.

The suitability of the material is considered in respect of the stability of the dimensions.

- 3) Les parties conductrices et les connexions comprenant des éléments éventuels destinés aux conducteurs de protection doivent être
 - en cuivre, ou
 - en alliage de teneur minimale en cuivre de 58 % pour les parties usinées à froid ou de teneur minimale en cuivre de 50 % pour les autres éléments, ou
 - d'un autre métal ou d'un métal traité convenablement, de résistance à la corrosion au moins égale à celle du cuivre et présentant des caractéristiques mécaniques au moins égales à celles du cuivre.

De nouvelles prescriptions et des essais appropriés pour déterminer la résistance à la corrosion sont à l'étude. Ces prescriptions devraient permettre l'utilisation d'autres matériaux s'ils sont traités convenablement.

Les prescriptions de ce paragraphe ne sont applicables ni aux contacts, circuits magnétiques, éléments chauffants, bimétalliques, matériaux limitant le courant, shunts, parties de dispositifs électroniques, ni aux vis, écrous, rondelles, fixations et parties analogues des bornes.

d) Bornes à vis pour conducteurs externes

- 1) Les bornes pour les conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés pour maintenir de manière permanente la pression de contact nécessaire.

De telles dispositions peuvent être portatives ou fixes.

Les bornes doivent être aisément accessibles pour l'usage prévu.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.2.2.

- 2) Les moyens de fixation des conducteurs dans les bornes ne doivent pas servir à la fixation d'autres éléments, même s'ils peuvent fixer les bornes en place ou les empêcher de tourner.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.2.2.

- 3) Les bornes doivent avoir une résistance mécanique appropriée. Les vis, écrous de serrage des conducteurs doivent présenter un filetage ISO ou un pas et une tenue mécanique comparables.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.1 et 7.3.2.2.

Les filetages SI, BA et UN peuvent être utilisés de manière provisoire car ils présentent des caractéristiques mécaniques et des pas analogues aux filetages ISO.

- 4) Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur sans l'endommager.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.2.2.

- 5) Les bornes doivent être conçues de manière à serrer le conducteur de manière sûre entre des surfaces métalliques.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.2.1 et 7.3.2.2.1.

- 6) Les bornes doivent être conçues et disposées de manière que ni un conducteur rigide, ni un brin d'une âme câblée d'un conducteur rigide ne puisse s'échapper des dispositifs de serrage par vis ou écrou lors du serrage.

Cette prescription n'est pas applicable aux bornes à oreilles.

La conformité est vérifiée par inspection et testée conformément à 7.3.2.2.3.

- 7) Les bornes doivent être fixées et disposées de telle sorte que, si les vis de serrage et écrous sont serrés ou desserrés, les bornes ne se désolidarisent pas de leurs fixations aux parafoudres.

Ces prescriptions n'impliquent pas que les bornes soient conçues de manière que leur rotation ou leur déplacement soit empêché, mais tout mouvement doit être suffisamment limité pour éviter la non-conformité à la présente norme.

- 3) Current-carrying parts and connections including parts intended for protective conductors, if any, shall be of either
- copper, or
 - an alloy containing at least 58 % copper for parts worked cold, or at least 50 % copper for other parts, or
 - other metal or suitably coated metal, no less resistant to corrosion than copper and having mechanical properties no less suitable.

New requirements and appropriate tests for determining the resistance to corrosion are under consideration. These requirements should permit other materials to be used if suitably coated.

The requirements of this subclause do not apply to contacts, magnetic circuits, heater elements, bimetals, current-limiting materials, shunts, parts of electronic devices nor to screws, nuts, washers, clamping plates and similar parts of terminals.

d) Terminals with screw for external conductors

- 1) Terminals for external conductors shall be such that the conductors may be connected so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained permanently.
Such arrangements may be either of the plug-in or of the bolt-on type.
The terminals shall be readily accessible under the intended conditions of use.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.2.2.
- 2) The means for clamping the conductors in the terminals shall not serve to fix any other component, although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.2.2.
- 3) Terminals shall have adequate mechanical strength. Screws and nuts for clamping the conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.1 and 7.3.2.2.
Provisionally, SI, BA and UN threads may be used as they are virtually equivalent in pitch and mechanical strength to metric ISO threads.
- 4) Terminals shall be so designed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.2.2.
- 5) Terminals shall be so designed that they clamp the conductor reliably and between metal surfaces.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.1 and 7.3.2.2.1.
- 6) Terminals shall be so designed or positioned that neither a rigid solid conductor nor a wire of a stranded conductor can slip out while the clamping screws or nuts are tightened.
This requirement does not apply to lug terminals.
Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.2.3.
- 7) Terminals shall be so fixed or located that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, the terminals shall not work loose from their fixings to the SPDs.
These requirements do not imply that the terminals shall be so designed that their rotation or displacement is prevented, but any movement shall be sufficiently limited so as to prevent non-compliance with the requirements of this standard.

L'utilisation de produits étanches ou de résine est considérée comme suffisante pour éviter tout desserrage si

- le produit étanche ou la résine ne sont pas soumis à des contraintes en usage normal, et
- l'efficacité du produit étanche ou de la résine n'est pas influencée par les températures des bornes dans les conditions les plus défavorables indiquées dans cette norme.

La conformité est vérifiée par examen, par mesurage et par l'essai de 7.3.2.1.

- 8) Les dispositifs de serrage par vis ou écrous destinés à la connexion des conducteurs de protection doivent être fixés de façon appropriée contre tout desserrage accidentel.

La conformité est vérifiée par un essai manuel.

e) Bornes sans vis pour conducteurs externes

- 1) Les bornes doivent être conçues et construites de telle manière que

- chaque conducteur soit serré individuellement; lors de la connexion ou de la déconnexion, les conducteurs peuvent être connectés ou déconnectés soit simultanément, soit séparément;
- il soit possible de serrer de façon sûre plusieurs conducteurs jusqu'au nombre maximal prévu.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.3.

- 2) Les bornes doivent être conçues et construites de manière à serrer le conducteur sans l'endommager.

La conformité est vérifiée par examen.

f) Connexions à perçage d'isolant pour conducteurs externes

- 1) Les connexions à perçage d'isolant doivent réaliser une connexion mécanique fiable.

La conformité est vérifiée par examen et par l'essai de 7.3.4.

- 2) Les vis à pression de contact ne doivent pas être utilisées pour la fixation d'autres éléments; elles peuvent toutefois retenir en place le parafoudre ou l'empêcher de tourner.

La conformité est vérifiée par examen.

- 3) Les vis ne doivent pas être en métal doux ou susceptible de glisser.

La conformité est vérifiée par examen.

6.3.3 Métaux résistant à la corrosion

Les pinces de serrage, à l'exception des vis de serrage, des écrous, des attaches et dispositifs analogues doivent être en métal résistant à la corrosion tel que le cuivre, l'étain, etc. (voir CEI 60999).

6.4 Prescriptions d'environnement

Les parafoudres doivent être conçus de manière à fonctionner de manière satisfaisante dans des conditions d'environnement données par les conditions normales de fonctionnement. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.9.9. Les parafoudres extérieurs doivent être contenus dans une enveloppe en verre, céramique ou tout autre matériau acceptable résistant au rayonnement ultraviolet, à la corrosion, à l'érosion et au cheminement.

Ils doivent présenter des lignes de fuite suffisamment grandes entre deux parties à potentiels différents.

The use of sealing compound or resin is considered to be sufficient for preventing a terminal from working loose, provided that

- the sealing compound or resin is not subject to stress during normal use, and
- the effectiveness of the sealing compound or resin is not impaired by temperatures attained by the terminal under the most unfavorable conditions specified in this standard.

Compliance is checked by inspection, by measurement and tested in accordance with 7.3.2.1.

- 8) Clamping screws or nuts of terminals intended for the connection of protective conductors shall be adequately secured against accidental loosening.

Compliance is checked by manual test.

e) Screwless terminals for external conductors

- 1) Terminals shall be so designed and constructed that

- each conductor is clamped individually. During the connection or disconnection the conductors can be connected or disconnected either at the same time or separately;
- it is possible to clamp securely any number of conductors up to the maximum provided.

Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.3.

- 2) Terminals shall be so designed and constructed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor

Compliance is checked by inspection.

f) Insulation pierced connections for external conductors

- 1) The insulation pierced connections shall make a reliable mechanical connection.

Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.4.

- 2) Screws for making contact-pressure shall not serve to fix any other component, although they may hold the SPD in place or prevent it from turning.

Compliance is checked by inspection.

- 3) Screws shall not be of metal which is soft or liable to creep.

Compliance is checked by inspection.

6.3.3 Corrosive resistant metals

Clamps, except clamping screws, lock nuts, binding clip thrust washers, wire, and similar, shall consist of corrosion resistant metal such as copper, brass, etc. (see IEC 60999).

6.4 Environmental requirements

SPDs shall be designed in such a way that they operate satisfactorily under the environmental conditions given by the normal service conditions. Compliance is tested in accordance with 7.9.9. Outdoor SPDs shall be contained in a weather shield of glass, glazed ceramic or other acceptable material that is resistant to UV radiation, corrosion, erosion, and tracking.

They shall have sufficient surface creepage distance between any two parts of different potential.

6.5 Prescriptions de sécurité

Les parafoudres doivent être sûrs lorsqu'ils fonctionnent dans des conditions normales, conformément à leurs prescriptions.

6.5.1 Protection contre les contacts directs

Ces prescriptions sont applicables aux parafoudres accessibles dont la tension maximale de régime permanent U_c est supérieure à 50 V efficaces en courant alternatif.

La protection contre les contacts directs (inaccessibilité des parties actives) des parafoudres doit être conçue de manière à ce que les parties actives ne puissent être touchées lorsque le parafoudre est installé comme en usage normal. La conformité est vérifiée par les essais de la CEI 60529 et de 7.4.

Les parafoudres, à l'exception de ceux classés inaccessibles, doivent être conçus de manière que lorsqu'ils sont câblés et montés en usage normal, les parties actives ne puissent être accessibles même après retrait de parties amovibles sans l'aide d'un outil.

La conformité est vérifiée par inspection et, si nécessaire, par l'essai de 7.4.1.

La connexion entre les bornes de terre et toutes les parties conductrices accessibles qui lui sont reliées doit présenter une faible résistance. La conformité est vérifiée selon 7.4.2.

6.5.1.1 Contraintes mécaniques

Toute partie du parafoudre jouant un rôle dans la protection contre les contacts directs doit présenter une tenue mécanique suffisante. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.9.2.

6.5.1.2 Résistance à la chaleur

Toute partie jouant un rôle dans la protection contre les contacts directs doit présenter une résistance à la chaleur suffisante. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.9.3.

6.5.1.3 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement du parafoudre doit être suffisante. La conformité est vérifiée par l'essai de 7.9.7.

6.5.2 Résistance au feu

Les parties isolantes du boîtier doivent être soit non inflammables, soit auto-extinguibles. La conformité est vérifiée par l'essai 7.9.4.

6.5.3 Consommation de puissance en régime permanent P_c

Pour tous les parafoudres, P_c doit être mesurée sous la tension maximale de service permanent (U_c) lorsqu'ils sont connectés selon les instructions du fabricant, sans charge.

6.5.4 Courant résiduel I_{PE}

Pour les parafoudres ayant une borne de conducteur de protection, le courant résiduel doit être mesuré sous la tension maximale de service permanent (U_c) lorsqu'ils sont connectés selon les instructions du fabricant sans charge.

6.5 Safety requirements

SPDs shall be safe when operated under normal service conditions in accordance with the recommendation.

6.5.1 Protection against direct contact

These requirements are valid for accessible SPDs where the maximum continuous operating voltage U_c is above 50 V r.m.s. a.c.

For protection against direct contact (inaccessibility of live parts), SPDs shall be designed in such a way that live parts cannot be touched when the SPD is installed for the intended use. Compliance is verified by standardized test methods of IEC 60529 and to 7.4.

SPDs, except SPDs classified as inaccessible, shall be so designed that, when they are wired and mounted as for normal use, live parts are not accessible, even after removal of parts which can be removed without the use of a tool.

Compliance is checked by inspection and, if necessary, by the tests of 7.4.1.

The connection between the earthing terminals and all accessible parts connected thereto shall be of low resistance. Compliance is checked by the test according to 7.4.2.

6.5.1.1 Mechanical strength

All parts of the SPD relating to the protection against direct contact shall have sufficient mechanical strength. Compliance is tested in accordance with 7.9.2.

6.5.1.2 Heat resistance

All parts relating to the protection against direct contact shall be sufficiently heat resistant. Compliance is tested in accordance with 7.9.3.

6.5.1.3 Insulation resistance

The insulation resistance of the SPD shall be sufficient. Compliance is tested in accordance with 7.9.7.

6.5.2 Fire resistance

Insulating parts of the housing shall be either nonflammable or self-extinguishing. Compliance is tested in accordance with 7.9.4.

6.5.3 Standby power consumption P_c

For all SPDs, the P_c shall be measured at the SPD's maximum continuous operating voltage (U_c) when connected according to the manufacturer's instructions without a load.

6.5.4 Residual current I_{PE}

For all SPDs with a PE terminal, the residual current shall be measured at the SPD's maximum continuous operating voltage (U_c) when connected according to the manufacturer's instructions without a load.

6.5.5 Caractéristique de la surtension temporaire (TOV)

Le parafoudre doit être capable de réussir l'essai décrit en 7.7.6 pour la ou les valeurs déclarées U_T , par tenue ou par défaillance selon 7.7.6.2. Si U_c est supérieur ou égal à U_T , il n'y a pas de prescription d'essai. Les combinaisons d'essais en tension U_T en fonction du temps d'application t_T doivent être déclarées par le fabricant. Pour des applications conformes à la CEI 60364-5-534, les valeurs de l'annexe B sont applicables; toutefois, des combinaisons complémentaires d'essais en tension U_T en fonction du temps d'application t_T peuvent être déclarées.

NOTE Cette caractéristique ne prend pas en compte la possibilité d'un choc associé à une surtension temporaire.

6.6 Prescriptions d'essais complémentaires pour les parafoudres à deux ports et un port avec bornes d'entrée/sortie séparées

6.6.1 Pourcentage de chute de tension

Le pourcentage de chute de tension doit être déclaré par le constructeur et la conformité est vérifiée par l'essai de 7.8.1.

6.6.2 Courant de charge assigné I_L

Le courant de charge assigné doit être déclaré par le constructeur et la conformité est vérifiée par l'essai de 7.8.2.

6.6.3 Capacité de tenue aux chocs aval

Si la valeur de la capacité de tenue aux chocs aval est donnée par le fabricant, le parafoudre doit être essayé conformément à 7.8.4.

7 Essais de type

Les essais de type sont effectués selon l'ordre indiqué au tableau 2 sur trois échantillons par série d'essais.

Si tous les échantillons réussissent la série d'essais, alors la conception du parafoudre est acceptée pour cette série d'essais. Ces échantillons peuvent être utilisés pour les séries suivantes, à la discrétion des constructeurs. Si un échantillon échoue lors de la série d'essais, alors la série d'essais doit être répétée sur trois nouveaux échantillons mais cette fois sans défaillance sur aucun échantillon.

Si le parafoudre est identique à un produit couvert par une autre norme internationale, à l'exception du fait qu'il incorpore une technologie propre au parafoudre, alors les prescriptions de cette autre norme internationale doivent être applicables à tous les éléments non influencés par la présence du composant parafoudre.

7.1 Procédures générales d'essai

Sauf spécification contraire, la norme de référence pour les procédures d'essais est la CEI 61180-1.

Le parafoudre doit être installé et relié électriquement conformément aux instructions du constructeur. Aucun procédé de refroidissement extérieur ou de chauffage ne doit être utilisé.

Sauf spécification contraire, l'essai doit être effectué à l'air libre et la température ambiante doit être de $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.

6.5.5 Temporary overvoltage (TOV) characteristic

The SPD shall be capable of passing the test described in 7.7.6 for the declared value(s) U_T , either by withstanding or by failing as described in 7.7.6.2. If U_c is greater than, or equal to, U_T there is no requirement for testing. The combinations of test voltage U_T versus application time t_T shall be declared by the manufacturer. For applications according to IEC 60364-5-534, the values in annex B apply; however, additional combinations of test voltage U_T versus application time t_T may be declared.

NOTE This characteristic does not take into account the possibility of a surge occurring in association with the TOV event.

6.6 Additional test requirements for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output terminals

6.6.1 Percent of voltage regulation

The percent of voltage regulation shall be declared by the manufacturer and tested in accordance with 7.8.1.

6.6.2 Rated load current I_L

The rated load current shall be declared by the manufacturer and tested in accordance with 7.8.2.

6.6.3 Load-side surge withstand capability

When the value for load-side surge withstand capability is declared by the manufacturer, it shall be tested in accordance with 7.8.4.

7 Type tests

Type tests are carried out as indicated in table 2 on three samples per test series.

If all samples pass a test series, then the design of the SPD is acceptable for that test series. These tested samples may be used for the next test series at the manufacturer's discretion. In the event that a sample does not pass the test series, the test series shall be repeated with three new samples, but this time without failure of any sample.

If the SPD is essentially the same as a product covered by another International Standard except for the fact that it incorporates SPD technology, then the requirements of the other International Standard shall apply to those features of the product not influenced by the presence of the SPD technology.

7.1 General testing procedures

If not otherwise specified, the reference standard for testing procedure is IEC 61180-1.

The SPD shall be mounted and electrically connected in accordance with the manufacturer's installation procedures. Neither external cooling nor heating shall be employed.

When not otherwise specified, the test shall be performed in free air and the ambient temperature shall be $20\text{ °C} \pm 15\text{ °C}$.

Lors des essais de parafoudres équipés de câbles par le constructeur, ces câbles doivent faire partie du parafoudre à l'essai.

Pendant l'essai, ni maintenance ni démontage du parafoudre ne sont autorisés. Tous les déconnecteurs doivent être choisis et connectés selon les instructions du fabricant, si applicable. Pour les parafoudres présentant plusieurs modes de protection (voir 3.7) pour chacun desquels le constructeur déclare un niveau de protection de tension, les essais doivent être effectués sur chacun des modes de protection avec les valeurs choisies selon la déclaration du constructeur, en utilisant un nouvel échantillon chaque fois. Pour des dispositifs triphasés dans lesquels les composants du circuit de protection sont identiques pour un mode donné, l'essai de chacune des trois phases satisfera aux prescriptions relatives aux trois échantillons.

Il convient d'observer que de bonnes techniques d'essais sont nécessaires pour les essais de chocs et les mesures afin de s'assurer que les valeurs correctes d'essais sont enregistrées.

Si le fabricant donne des prescriptions différentes pour le ou les déconnecteurs externes, en fonction du courant de court-circuit présumé du réseau, toutes les séquences d'essais appropriés doivent être réalisées pour chaque combinaison du ou des déconnecteurs correspondant aux courants de court-circuit présumés.

7.1.1 Essai de courant de choc de classe I

Le courant d'essai de choc I_{imp} est défini par ses paramètres de crête $I_{crête}$ et de charge Q . Le courant d'essai de choc doit présenter ces paramètres I_{imp} et Q en moins de 10 ms. Une forme d'onde typique pouvant réaliser ces paramètres conformément au tableau 3 est celle d'un courant de choc unipolaire. L'énergie spécifique (W/R) doit être calculée après l'essai.

When testing SPDs for which the manufacturer supplies integral cables, the full length of those cables shall form part of the SPD under test.

During the test, no maintenance or dismantling of the SPD is allowed. All SPD disconnectors shall be selected and connected as required by the manufacturer, where applicable. For SPDs having more than one mode of protection (see 3.7), for which the manufacturer declares a voltage protection level, the tests shall be performed on each mode, with the values chosen according to the manufacturer declaration, using new samples each time. For three phase devices in which the protective component circuitry per given mode is identical, the testing of each of the three phases will fulfill the three sample requirement.

It should be noted that good testing techniques are required for impulse testing and measurements. This is needed to ensure that correct test values are recorded.

If the manufacturer sets different requirements for the external SPD disconnector(s) depending upon the prospective short-circuit current of the supply system, all relevant test sequences shall be performed for every combination of required SPD disconnector(s) and corresponding prospective short-circuit currents.

7.1.1 Class I impulse current test

The test impulse current I_{imp} is defined by its parameters peak value I_{peak} and charge Q . The test impulse current shall obtain I_{imp} , Q , within 10 ms. A typical waveshape that can achieve the parameters according to table 3 is that of a unipolar impulse current. The specific energy (W/R) shall be calculated after the test.

Tableau 2 – Prescriptions pour les essais de type (à l'étude)

[illegible]

Table 2 – Type test requirements (*under consideration*)

[illegible]

Tableau 2 (fin)[illegible]

Table 2 (concluded)[illegible]

Tableau 3 – Paramètres pour l'essai de classe I

$I_{\text{crête}}$ kA	Q Q (As) en moins de 10 ms
20	10
10	5
5	2,5
2	1
1	0,5
NOTE Dans le cas de valeurs différentes de celles du tableau 3, la relation entre $I_{\text{crête}}$ et Q est donnée par la formule $Q \text{ (As)} = 0,5 I_{\text{crête}}^2 \text{ (kA)}$	

Les tolérances sur la valeur crête du courant $I_{\text{crête}}$ et la charge Q sont les suivantes:

- $I_{\text{crête}} \pm 10 \%$
- Q $\pm 10 \%$

7.1.2 Essai sous courant nominal de décharge de classe I et II

La forme d'onde standard est 8/20. Les tolérances sur la forme d'onde de courant sont les suivantes:

- valeur crête $\pm 10 \%$
- temps de montée $\pm 10 \%$
- temps jusqu'à mi-valeur $\pm 10 \%$

Un petit dépassement ou des oscillations sont permis si l'amplitude de l'oscillation ne dépasse pas la valeur crête de plus de 5 %. Toute inversion de la polarité après passage du courant à zéro ne doit pas dépasser la valeur crête de plus de 20 %.

Dans le cas de dispositifs à deux ports, l'amplitude de l'inversion doit être inférieure à 5 % de façon à ne pas influencer sur la tension de limitation mesurée.

La mesure du courant s'écoulant dans le parafoudre doit s'effectuer avec une précision de $\pm 3 \%$.

7.1.3 Essai sous tension de choc de classe I et II

La forme d'onde de la tension standard est 1,2/50. Les tolérances admises sur la forme d'onde sont les suivantes:

- valeur crête $\pm 3 \%$
- temps de montée $\pm 30 \%$
- temps jusqu'à mi-valeur $\pm 20 \%$

Des oscillations ou un dépassement peuvent apparaître sur la crête du choc. Si la fréquence de ces oscillations est supérieure à 500 kHz ou si la durée du dépassement est inférieure à 1 μs , une courbe moyenne doit être tracée et, pour le mesurage, l'amplitude maximale de cette courbe est choisie comme la valeur de crête définie pour l'essai.

Table 3 – Parameters for class I test

I_{peak} kA	Q Q (As) within 10 ms
20	10
10	5
5	2,5
2	1
1	0,5
NOTE In the case of values differing from those given in table 3, the relationship between I_{peak} and Q is given by the formula $Q(\text{As}) = 0,5 I_{\text{peak}}^2 (\text{kA})$.	

The tolerances on the peak value of the current I_{peak} and the charge Q are:

- I_{peak} $\pm 10 \%$
- Q $\pm 10 \%$

7.1.2 Class I and class II nominal discharge current test

The standard waveshape is 8/20. The tolerances on the current waveshape are the following:

- peak value $\pm 10 \%$
- front time $\pm 10 \%$
- time to half value $\pm 10 \%$

A small overshoot or oscillation is tolerated provided that the amplitude of any oscillation is not more than 5 % of the peak value. Any polarity reversal after the current has fallen to zero shall not be more than 20 % of the peak value.

In the case of two port devices, the magnitude of the reversal shall be less than 5 %, so that it does not affect the measured limiting voltage.

The measurement of the current flowing into the SPD shall be performed with an accuracy of $\pm 3 \%$.

7.1.3 Class I and II voltage impulse test

The standard voltage waveshape is 1,2/50. The tolerances on the voltage waveshape are the following:

- peak value $\pm 3 \%$
- front time $\pm 30 \%$
- time to half value $\pm 20 \%$

Oscillations or overshoot may occur at the crest of the impulse. If the frequency of such oscillations is more than 500 kHz or the duration of the overshoot is less than 1 μs , a mean curve shall be drawn and, for the purpose of the measurement, the maximum amplitude of this curve defines the peak value of the test voltage.

La mesure de la tension aux bornes du parafoudre doit s'effectuer avec une précision de $\pm 3 \%$. Les dispositifs de mesure doivent avoir une largeur de bande passante totale au moins égale à 25 MHz et le dépassement doit être inférieur à 3 %.

Le courant de court-circuit du générateur d'essai doit être inférieur à 20 % du courant nominal de décharge du parafoudre à l'essai.

7.1.4 Essai en onde combinée de classe III

Le choc standard d'un générateur combiné est caractérisé par la tension de sortie en circuit ouvert et par le courant de sortie en court-circuit. La tension de sortie en circuit ouvert doit présenter un temps de montée de 1,2 μs et un temps jusqu'à mi-valeur de 50 μs . Le courant de sortie en court-circuit doit présenter un temps de montée de 8 μs et un temps jusqu'à mi-valeur de 20 μs .

NOTE Pour des indications complémentaires, voir IEEE C62.45.

Les valeurs suivantes sont mesurées sur le générateur sans filtre anti-retour.

Les tolérances sur la tension en circuit ouvert U_{oc} doivent être les suivantes:

- valeur crête $\pm 3 \%$
- temps de montée $\pm 30 \%$
- temps jusqu'à mi-valeur $\pm 20 \%$

Un dépassement ou des oscillations dans le voisinage de la crête sont admis si l'amplitude simple de crête est inférieure à 5 % de la valeur crête. Dans la plupart des circuits de choc, des oscillations sur la partie du front de montée pendant laquelle la tension ne dépasse pas 90 % de la valeur crête n'ont généralement qu'une influence négligeable sur les résultats et cela peut ne pas être considéré. Le choc de tension doit être essentiellement unidirectionnel.

Les tolérances admises sur le courant de choc de court-circuit doivent être les suivantes:

- valeur crête $\pm 10 \%$
- temps de montée $\pm 10 \%$
- temps jusqu'à mi-valeur $\pm 10 \%$

Un dépassement de courant ou des oscillations sont admis si l'amplitude simple de crête est inférieure à 5 % de la valeur crête. Toute inversion de la polarité après passage du courant à zéro ne doit pas dépasser 20 % de la valeur crête.

Dans le cas de dispositifs à deux ports, l'amplitude de l'inversion du courant doit être inférieure à 5 % de façon à ne pas influencer la tension de limitation mesurée.

L'impédance nominale fictive du générateur doit être de 2 Ω . Par définition, l'impédance fictive est le rapport de la valeur crête de la tension en circuit ouvert U_{oc} sur la valeur crête du courant de court-circuit I_{sc} .

Les valeurs maximales pour la tension en circuit ouvert U_{oc} et le courant de crête de court-circuit I_{sc} sont respectivement 20 kV et 10 kA. Au-dessus de ces valeurs (20 kV / 10 kA), les essais de classe II doivent être effectués.

The measurement of the voltage at the terminals of the SPD shall be performed with an accuracy of $\pm 3\%$. The measuring devices shall have an overall bandwidth of at least 25 MHz and the overshoot shall be less than 3 %.

The short-circuit current of the test generator shall be less than 20 % of the nominal discharge current of the SPD under test.

7.1.4 Class III combination wave test

The standard impulse of a combination waveform generator is characterized by the output voltage under open-circuit conditions and the output current under short-circuit conditions. The open-circuit voltage shall have a front time of 1,2 μs and a time to half value of 50 μs . The short-circuit current shall have a front time of 8 μs and a time to half value of 20 μs .

NOTE For further guidance on this subject, see IEEE C62.45.

The following values are measured on the generator without a back filter.

The tolerances on open circuit voltage U_{oc} shall be the following:

- peak value $\pm 3\%$
- front time $\pm 30\%$
- time to half value $\pm 20\%$

Voltage overshoot or oscillations in the neighborhood of the crest are acceptable provided that the single peak amplitude is less than 5 % of the peak value. In commonly used impulse generator circuits, oscillations on that part of the wave front during which the voltage does not exceed 90 % of the peak value have generally negligible influence on the test results and thus may be disregarded. The voltage waveform shall be essentially unidirectional.

The tolerances on the short-circuit current shall be the following:

- peak value $\pm 10\%$
- front time $\pm 10\%$
- time to half value $\pm 10\%$

A current overshoot or oscillations are tolerated provided that their single peak amplitude at the crest of the waveform is less than 5 % of the peak value. Any polarity reversal after the current has fallen to zero shall be less than 20 % of the peak value.

In the case of two port devices the magnitude of the current reversal shall be less than 5 %, so that it does not affect the measured limiting voltage.

The fictive impedance of the generator shall be nominally 2 Ω . By definition, the fictive impedance is the ratio of the peak value of the open-circuit voltage U_{oc} divided by the peak value of the short-circuit current I_{sc} .

The maximum values for peak open-circuit voltage U_{oc} and peak short-circuit current I_{sc} are 20 kV and 10 kA respectively. Above these values (20 kV / 10 kA), type II tests shall be performed.

Insérer un réseau de découplage (filtre anti-retour) selon les figures 1 ou 2. Cette configuration de circuit ne sera utilisée que pour la détermination de la tension de limitation mesurée du parafoudre.

Tableau 4 – Tolérances sur les paramètres de la forme d'onde pour l'essai de la classe III

	Tension en circuit ouvert U_{oc}	Courant de court-circuit I_{sc}
Valeurs crêtes	$\pm 3 \%$	$U_{oc} / 2 \Omega \pm 10 \%$
Temps de montée	$1,2 \pm 30 \%$	$8 \pm 10 \%$
Temps jusqu'à mi-valeur	$50 \pm 20 \%$	$20 \pm 10 \%$
NOTE Ce tableau inclut les effets du filtre anti-retour du réseau de découplage.		

Les tolérances sur les paramètres de la forme d'onde telles qu'elles sont montrées au tableau 4, doivent être satisfaites sur le port d'entrée du parafoudre avec les circuits des figures 1 et 2. Lors de la vérification de la forme d'onde, l'impédance des entrées est simulée en connectant ensemble les conducteurs L, N et PE.

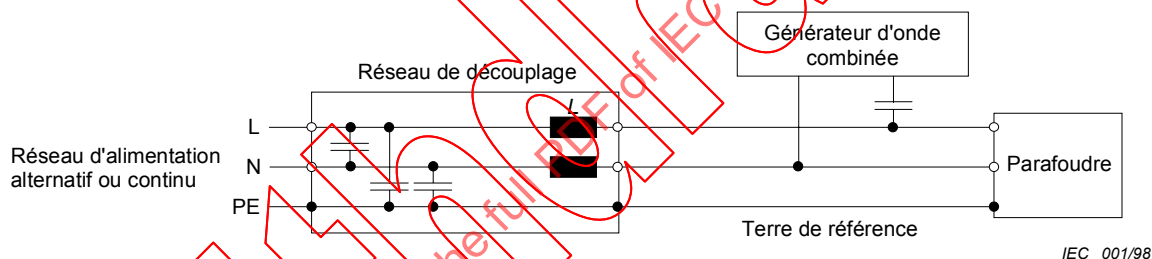


Figure 1 – Exemple de réseau de découplage pour un réseau monophasé

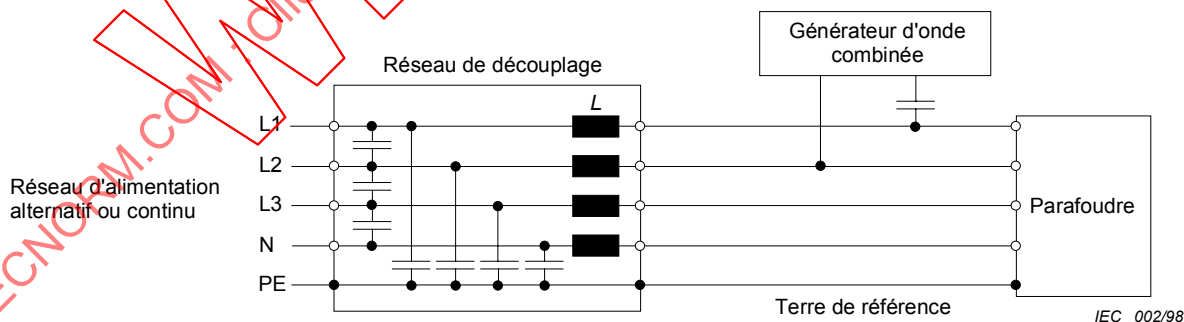


Figure 2 – Exemple de réseau de découplage pour un réseau triphasé

Insert a decoupling network (back filter) according to figures 1 or 2. This circuit configuration will be used only for determining the measured limiting voltage of the SPD.

Table 4 – Tolerances on class III test waveform parameters

	Open-circuit voltage U_{oc}	Short-circuit current I_{sc}
Peak values	$\pm 3 \%$	$U_{oc} / 2 \Omega \pm 10 \%$
Front time	$1,2 \pm 30 \%$	$8 \pm 10 \%$
Time to half value	$50 \pm 20 \%$	$20 \pm 10 \%$
NOTE This table includes the effects of decoupling network (back-filter)		

The tolerances on waveform parameters, as shown in table 4, shall be met at the port where the SPD will be connected, with the circuits shown in figures 1 and 2. During the verification of the waveshape, the impedance of the mains is simulated by connecting together the L, N and PE conductors.

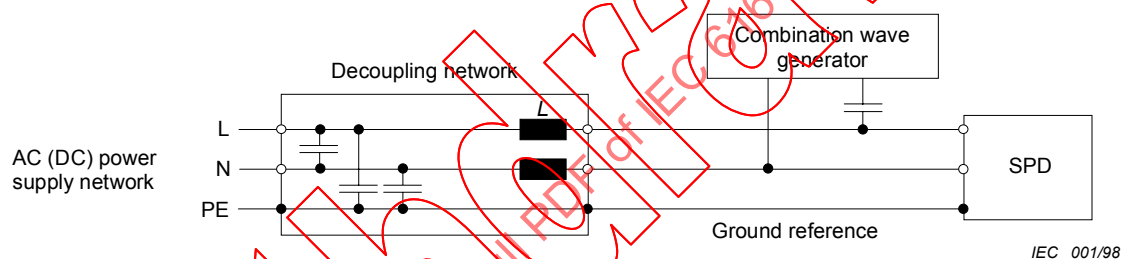


Figure 1 – Example of a decoupling network for single-phase power

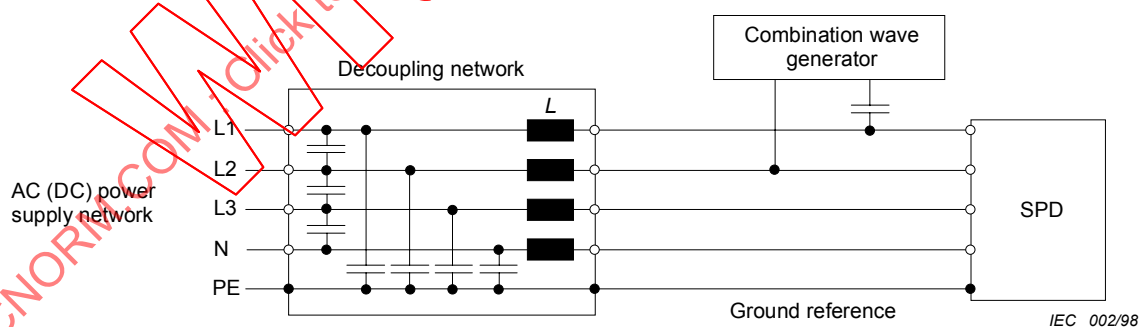


Figure 2 – Example of a decoupling network for three-phase power

7.2 Identification et marquage

7.2.1 Vérification de l'identification et des marquages

La vérification par examen de l'identification et des marquages doit être faite par rapport aux prescriptions respectives de 6.1.1 et 6.1.2. La conformité est vérifiée par examen.

7.2.2 Essai d'indébilite du marquage

Cet essai doit être effectué sur tous les types de marquage à l'exception de ceux faits par pression, moulage ou gravure.

L'essai est effectué en frottant le marquage à la main pendant 15 s avec un chiffon de coton imbibé d'eau et pendant 15 s encore avec un chiffon de coton imbibé d'hexane aliphatique (avec une teneur maximale en carbures aromatiques de 0,1 % en volume, un indice de kauributanol de 29, une température initiale d'ébullition d'environ 65 °C et une masse spécifique de 0,68 g/cm³).

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible.

7.3 Bornes et connexions

La vérification des bornes et leur conformité doivent satisfaire aux prescriptions de 7.3.1.

7.3.1 Méthode générale d'essai

Le parafoudre est disposé selon les recommandations du constructeur et est protégé contre tout échauffement ou refroidissement extérieur.

Sauf spécifications contraires, les bornes du parafoudre (trois échantillons de chaque) doivent être câblées avec les conducteurs conformes

- à ceux du tableau 6 pour les parafoudres à deux ports et les parafoudres à un port avec des bornes d'entrée et de sortie séparées,
- aux instructions du constructeur pour les autres dispositifs à un port,

et doivent être fixées sur un tableau en bois peint en noir mat de 20 mm d'épaisseur. La méthode de fixation doit se conformer aux prescriptions relatives aux moyens de montage recommandées par le constructeur.

Toutefois, pour les parafoudres essayés selon la classe I et ceux à un port avec un courant nominal de décharge supérieur ou égal à 5 kA essayé selon la classe II, la section minimale des conducteurs doit être de 4 mm².

Lors de ces essais, l'entretien et le démontage des échantillons ne sont pas autorisés.

7.3.2 Bornes à vis

7.3.2.1 Essai de fiabilité des vis, des parties transportant le courant et des connexions

La conformité est vérifiée par inspection et, pour les vis utilisées pour la connexion du parafoudre, par l'essai suivant.

Les vis sont serrées et desserrées

- dix fois pour les vis s'engageant dans un filetage en matière isolante,
- cinq fois dans tous les autres cas.

7.2 Identification and marking

7.2.1 Verification of the identification and markings

Verification of the identification and markings shall be checked against the respective requirements of 6.1.1 and 6.1.2 by inspection.

7.2.2 Test of indelibility of markings

This test shall be applied on markings of all types except those made by impressing, molding and engraving.

The test is made by rubbing the marking by hand for 15 s with a piece of cotton soaked with water and again for 15 s with a piece of cotton soaked with aliphatic solvent hexane (with a content of aromatics of maximum 0,1 % volume, a kauributanol value of 29, initial boiling-point approximately 65 °C and specific gravity of 0,68 g/cm³).

After this test, the marking shall be easily legible.

7.3 Terminals and connections

Verification of the incorporated terminals and their conformity is met by the requirements of 7.3.1.

7.3.1 General testing procedure

The SPD is mounted according to the manufacturer's recommendation, and is protected against undue external heating or cooling.

Unless otherwise specified, the SPD terminals (3 samples of each construction used) shall be wired with conductors according to

- table 6 for two-port devices and one-port devices with separate input/output terminals,
- the manufacturer's instruction for other one-port devices,

and fixed on a dull, black-painted wood board of about 20 mm thickness. The method of fixing shall comply with any requirements relating to the means of mounting recommended by the manufacturer.

Nevertheless, SPDs tested according to class I and one-port SPDs with a nominal discharge current ≥ 5 kA tested according to class II shall be capable of clamping conductors up to a cross-section of at least 4 mm².

During the test, no maintenance or dismantling of the sample is allowed.

7.3.2 Terminals with screws

7.3.2.1 Test of reliability of screws, current-carrying parts and connections

Compliance is checked by inspection and for screws which are operated when connecting up the SPD by the following test.

The screws are tightened and loosened

- ten times for screws in engagement with a thread of insulating material,
- five times in all other cases.

Les vis ou écrous s'engageant dans un filetage en matière isolante sont complètement retirés et réinsérés chaque fois, sauf si la construction des vis empêche cette opération.

L'essai est réalisé au moyen d'un tournevis ou d'une clef d'essai appropriés en appliquant un couple comme indiqué dans le tableau 5.

Les vis ne doivent pas être serrées par à-coups.

Le conducteur est enlevé chaque fois que la vis est desserrée.

Tableau 5 – Diamètres du filetage et des couples appliqués

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
	I	II	III
Jusqu'à et y compris 2,8	0,2	0,4	0,4
Au-dessus de 2,8 et y compris 3,0	0,25	0,5	0,5
Au-dessus de 3,0 et y compris 3,2	0,3	0,6	0,6
Au-dessus de 3,2 et y compris 3,6	0,4	0,8	0,8
Au-dessus de 3,6 et y compris 4,1	0,7	1,2	1,2
Au-dessus de 4,1 et y compris 4,7	0,8	1,8	1,8
Au-dessus de 4,7 et y compris 5,3	0,8	2,0	2,0
Au-dessus de 5,3 et y compris 6,0	1,2	2,5	3,0
Au-dessus de 6,0 et y compris 8,0	2,5	3,5	6,0
Au-dessus de 8,0 et y compris 10,0	–	4,0	10,0

La colonne I s'applique aux vis sans têtes si la vis une fois serrée ne sort pas du trou; elle s'applique aussi aux autres vis qui ne peuvent être serrées au moyen d'un tournevis dont la lame est plus large que le diamètre de la vis.

La colonne II s'applique aux autres vis serrées au moyen d'un tournevis.

La colonne III s'applique aux vis et écrous serrés par des moyens autres qu'un tournevis.

Lorsqu'une vis a une tête hexagonale à fente et que les valeurs des colonnes II et III sont différentes, l'essai est fait deux fois, premièrement en appliquant sur la tête hexagonale le couple spécifié dans la colonne III, puis sur un autre échantillon, en appliquant le couple spécifié en colonne II au moyen d'un tournevis. Si les valeurs des colonnes II et III sont les mêmes, seul l'essai au tournevis est effectué.

Pendant l'essai, les connexions vissées ne doivent pas se desserrer et aucun endommagement tel que la cassure des vis ou le dommage des fentes de têtes de vis, des filetages, des rondelles ou des étriers, au point d'empêcher l'usage ultérieur du parafoudre, ne doit être observé.

De plus, les couvercles et enveloppes ne doivent pas être endommagés; vérifier visuellement.

Screws or nuts in engagement with a thread of insulating material are completely removed and reinserted each time unless the construction of the screw prevents this.

The test is made by means of a suitable test screwdriver or spanner applying a torque as shown in table 5.

The screws shall not be tightened in jerks.

The conductor is moved each time the screw is loosened.

Table 5 – Screw thread diameters and applied torques

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm		
	I	II	III
Up to and including 2,8	0,2	0,4	0,4
Over 2,8 up to and including 3,0	0,25	0,5	0,5
Over 3,0 up to and including 3,2	0,3	0,6	0,6
Over 3,2 up to and including 3,6	0,4	0,8	0,8
Over 3,6 up to and including 4,1	0,7	1,2	1,2
Over 4,1 up to and including 4,7	0,8	1,8	1,8
Over 4,7 up to and including 5,3	0,8	2,0	2,0
Over 5,3 up to and including 6,0	1,2	2,5	3,0
Over 6,0 up to and including 8,0	2,5	3,5	6,0
Over 8,0 up to and including 10,0	–	4,0	10,0

Column I applies to screws without heads, if the screw, when tightened, does not protrude from the hole; it also applies to other screws which cannot be tightened by means of a screwdriver with a blade wider than the diameter of the screw.

Column II applies to other screws which are tightened by means of a screwdriver.

Column III applies to screws and nuts which are tightened by means other than a screwdriver.

Where a screw has a hexagonal head with a slot for tightening with a screwdriver and the values in columns II and III are different, the test is made twice, applying the torque specified in column III to the hexagonal head and, on another sample, applying the torque specified in column II by means of a screwdriver. If the values in columns II and III are the same, only the test with the screwdriver is made.

During the test, the screwed connections shall not work loose and there shall be no damage, such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, that will impair the further use of the SPD.

Moreover, enclosures and covers shall not be damaged verification by visual inspection.

7.3.2.2 Essai de fiabilité des bornes pour conducteurs externes

La conformité est vérifiée par examen et par les essais de 7.3.2.2.1, 7.3.2.2.2 et 7.3.2.2.3.

Ces essais sont effectués au moyen d'un tournevis ou d'une clef d'essai appropriée en appliquant un couple, comme indiqué dans le tableau 5.

7.3.2.2.1 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre des sections minimale ou maximale spécifiées en 7.3.1, rigides ou câblés selon le cas le plus défavorable.

Le conducteur est inséré dans la borne jusqu'à la distance minimale prescrite ou, si aucune distance n'est fixée, jusqu'à ce qu'il apparaisse de l'autre côté de la borne et dans la position la plus défavorable permettant aux brins du conducteur de s'échapper.

Les vis de serrage sont ensuite serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du tableau 5.

Chaque conducteur est soumis à une traction de la valeur, en newtons, indiquée dans le tableau 7. La traction est exercée sans secousses, pendant 1 min, dans la direction des axes de l'emplacement du conducteur.

Lors de cet essai, le conducteur ne doit pas bouger de façon perceptible dans la borne.

Tableau 6 – Sections connectables des conducteurs en cuivre pour des bornes à vis ou sans vis

Courant maximal de charge permanent pour parafoudres à deux ports et à un port avec des bornes d'entrées/sortie séparées ¹⁾	Domaine de sections nominales à serrer (conducteur simple)	
	ISO – mm ²	GTJ – Taille
Jusqu'à et y compris 13	1 à 2,5	18 à 14
Au-dessus de 13 et jusqu'à et y compris 16	1 à 4	18 à 12
Au-dessus de 16 et jusqu'à et y compris 25	1,5 à 6	16 à 10
Au-dessus de 25 et jusqu'à et y compris 32	2,5 à 10	14 à 8
Au-dessus de 32 et jusqu'à et y compris 50	4 à 16	12 à 6
Au-dessus de 50 et jusqu'à et y compris 80	10 à 25	8 à 3
Au-dessus de 80 et jusqu'à et y compris 100	16 à 35	6 à 2
Au-dessus de 100 et jusqu'à et y compris 125	25 à 50	4 à 1
¹⁾ Pour des courants jusqu'à et y compris 50 A, il est prescrit que les bornes soient conçues pour le serrage de monoconducteurs ou rigides à torons; l'usage de câbles souples est admis. Toutefois, il est admis que les bornes prévues pour des conducteurs à sections de 1 mm ² à 6 mm ² ne soient conçues que pour des monoconducteurs.		

Tableau 7 – Forces de traction (bornes à vis)

Section du conducteur acceptée par la borne mm ²	Jusqu'à 4	Jusqu'à 6	Jusqu'à 10	Jusqu'à 16	Jusqu'à 50
Traction N	50	60	80	90	100

7.3.2.2 Test of reliability of terminals for external conductors

Compliance is checked by inspection and tested in accordance with 7.3.2.2.1, 7.3.2.2.2 and 7.3.2.2.3.

These tests are made by means of a suitable screwdriver or spanner applying a torque as shown in table 5.

7.3.2.2.1 The terminals are fitted with copper conductors of the smallest or largest cross-sectional areas specified in 7.3.1, solid or stranded, whichever is most unfavourable.

The conductor is inserted into the terminal for the minimum distance prescribed or, where no distance is prescribed, until it just projects from the far side, and in the position most likely to assist the wire to escape.

The clamping screws are then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of table 5.

Each conductor is then subjected to a pull of the value, in newtons, shown in table 7. The pull is applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axes of the conductor space.

During this test, the conductor shall not move noticeably in the terminal.

Table 6 – Connectable cross-sections of copper conductors for screw-type terminals or screwless terminals

Maximum continuous load current for two-port SPDs or one-port SPDs with separate input/output terminals ¹⁾	Range of nominal cross-sections to be clamped (single conductor)	
	ISO – mm ²	AWG – Terminal
Up to and including 13	1 to 2,5	18 to 14
Above 13 up to and including 16	1 to 4	18 to 12
Above 16 up to and including 25	1,5 to 6	16 to 10
Above 25 up to and including 32	2,5 to 10	14 to 8
Above 32 up to and including 50	4 to 16	12 to 6
Above 50 up to and including 80	10 to 25	8 to 3
Above 80 up to and including 100	16 to 35	6 to 2
Above 100 up to and including 125	25 to 50	4 to 1

¹⁾ It is required that, for current ratings up to and including 50 A, terminals be designed to clamp solid conductors as well as rigid stranded conductors; the use of flexible conductors is permitted. Nevertheless, it is permitted that terminals for conductors having cross-sections for 1 mm² up to 6 mm² be designed to clamp solid conductors only.

Table 7 – Pulling forces (screw terminals)

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	Up to 4	Up to 6	Up to 10	Up to 16	Up to 50
Pull N	50	60	80	90	100

7.3.2.2.2 Les bornes sont équipées de conducteurs en cuivre des sections minimale ou maximale spécifiées en 7.3.1, rigides ou câblés selon le cas le plus défavorable. Les vis des bornes sont ensuite serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du tableau 5. Les vis sont ensuite desserrées et la partie du conducteur soumise au serrage est inspectée.

Les conducteurs ne doivent pas présenter de dommages excessifs ou de fils coupés.

Les conducteurs sont considérés comme endommagés s'ils présentent des marques profondes ou aiguës.

Pendant l'essai, les bornes ne doivent pas se desserrer et aucun endommagement tel que la cassure des vis ou le dommage des fentes de têtes de vis, des filetages, des rondelles ou des étriers, au point d'empêcher leur usage ultérieur, ne doit être observé.

7.3.2.2.3 Les bornes sont équipées d'un conducteur rigide câblé en cuivre conformément au tableau 8.

Avant leur insertion dans la borne, les fils des conducteurs sont mis en forme.

Le conducteur est introduit dans la borne jusqu'à ce qu'il atteigne le fond de la borne ou qu'il ressorte du côté opposé de la borne dans la position la plus favorable à l'échappement d'un brin. La vis est ensuite serrée avec un couple égal aux deux tiers de celui indiqué dans la colonne appropriée du tableau 5.

Après l'essai, aucun brin du conducteur ne doit s'être échappé du parafoudre.

Tableau 8 – Dimensions des conducteurs

Domaine des sections nominales à serrer mm ²	Conducteur à brins	
	Nombre de brins	Diamètre des brins mm
1 à 2,5*	7	0,67
1 à 4*	7	0,85
1,5 à 6*	7	1,04
2,5 à 10	7	1,35
4 à 16	7	1,70
10 à 25	7	2,14
16 à 35	19	1,53
25 à 50	A l'étude	A l'étude
* Si la borne est destinée au serrage de conducteurs rigides seulement (voir note du tableau 6), l'essai n'est pas effectué.		

7.3.3 Bornes sans vis

Essai de traction

L'essai de traction est vérifié par l'essai suivant.

Les bornes sont équipées de nouveaux conducteurs du type et de sections minimale et maximale spécifiées en 7.3.1, rigides ou câblés, en choisissant le cas le plus défavorable.

7.3.2.2.2 The terminals are fitted with copper conductors of the smallest or largest cross-sectional areas specified in 7.3.1 solid or stranded, whichever is the most unfavourable and the terminal screws are tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of table 5. The terminal screws are then loosened and the part of the conductor which may have been affected by the terminal is inspected.

The conductors shall show neither undue damage nor severed wires.

Conductors are considered to be unduly damaged if they show deep or sharp indentations.

During the test, terminals shall not work loose and there shall be no damage such as breakage of screws or damage to the head slots, threads, washers or stirrups, that will impair the further use of the terminal.

7.3.2.2.3 The terminals are fitted with a rigid stranded copper conductor conforming to table 8.

Before insertion in the terminal, the wires of the conductors are suitably reshaped.

The conductor is inserted into the terminal until the conductor reaches the bottom of the terminal or just projects from the far side of the terminal and in the position most likely to assist a wire to escape. The clamping screw or nut is then tightened with a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of table 5.

After the test, no wire of the conductor shall have escaped from the SPD terminal.

Table 8 – Conductor dimensions

Range of nominal cross-sections to be clamped mm ²	Stranded conductor	
	Number of wires	Diameter of wires mm
1 to 2,5*	7	0,67
1 to 4*	7	0,85
1,5 to 6*	7	1,04
2,5 to 10	7	1,35
4 to 16	7	1,70
10 to 25	7	2,14
16 to 35	19	1,53
25 to 50	Under consideration	Under consideration
* If the terminal is intended to clamp solid conductors only (see note of table 6), the test is not made.		

7.3.3 Screwless terminals

Pull out test

Compliance is checked by the following tests.

The terminals are fitted with new conductors of the type and of the minimum and maximum cross-sectional areas as specified in 7.3.1, solid or stranded, whichever is the most unfavourable.

Chaque conducteur est ensuite soumis à une valeur de traction indiquée dans le tableau 9. La traction est exercée sans secousses pendant 1 min dans la direction des axes du conducteur.

Lors de cet essai, le conducteur ne doit pas s'échapper de la borne et il ne doit y avoir aucun indice de dommage.

Tableau 9 – Forces de traction (bornes sans vis)

Section mm ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Force de traction N	30	30	35	40	50	60	80	90	100	135	190

7.3.4 Connexions à perçage d'isolant

7.3.4.1 Essai de traction pour des bornes de parafoudres conçus pour des monoconducteurs

La vérification est effectuée par l'essai suivant:

Les bornes sont équipées de nouveaux conducteurs de section minimale ou maximale définie en 7.3.1, rigides ou câblés selon le cas le plus défavorable.

Les vis éventuelles sont serrées selon le tableau 5.

Les conducteurs sont connectés et déconnectés cinq fois, étant changés à chaque fois. Après chaque connexion, les conducteurs sont soumis à une traction sans secousses pendant 1 min dans l'axe du conducteur selon la valeur donnée dans le tableau 9.

Lors de cet essai, le conducteur ne doit pas s'échapper du parafoudre et aucun indice de dommage ne doit être relevé.

7.3.4.2 Essai de traction pour des parafoudres conçus pour des câbles multiconducteurs ou cordons

L'essai de traction sur des parafoudres conçus pour des câbles multiconducteurs ou des cordons est effectué selon 7.3.4.1, si ce n'est que la force de traction est exercée sur l'ensemble du câble multiconducteur ou du cordon au lieu de l'âme seule.

La force de traction est calculée selon la formule suivante:

$$F = F(x) \sqrt{n}$$

où

F est la force totale à appliquer;

n est le nombre de brins;

$F(x)$ est la force sur un brin selon la section du conducteur (voir tableau 9).

Lors de l'essai, le câble ou cordon ne doit pas s'échapper du parafoudre.

7.3.5 Ecrous, fiches et prises

La vérification est effectuée par examen et par un essai de montage.

Each conductor is then subjected to a pull of the value shown in the following table 9. The pull is applied without jerks for 1 min in the direction of the axis of the conductor.

During the test there shall be no movement of the conductor in the terminal or any indication of damage.

Table 9 – Pulling force (screwless terminals)

Cross-sectional area mm ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35
Pull force N	30	30	35	40	50	60	80	90	100	135	190

7.3.4 Insulation pierced connections

7.3.4.1 Pull out test on SPD terminals designed for single core conductors

Compliance is checked by the following tests.

The terminals are fitted with new copper conductors of the smallest or largest cross-sectional area specified in 7.3.1. solid or stranded, whichever is most unfavourable.

Screws, if any, are tightened according to table 5.

The conductors are connected and disconnected five times, new conductors being used each time. After each connection the conductors are subjected to a pull, without jerks, for 1 min in the axis of the tapping conductor according to the value given in table 9.

During the test, there shall be no movement of the conductor in the terminal or any sign of damage.

7.3.4.2 Pull out test on SPD terminals designed for multi-core cables or cords

The pull-out test on the SPD terminals designed for multi-core cables or cords is carried out according to 7.3.4.1 except that the pull force is applied to the entire multicore cable or cord instead of to the individual core.

The pull force is calculated according to the following formula:

$$F = F(x) \sqrt{n}$$

where

F is the total force to apply;

n is the number of cores;

$F(x)$ is the force for one core according to the cross-section of one conductor (see table 9).

During the test, the cable or cord shall not slip out of the terminals.

7.3.5 Nuts, plug, socket

Compliance is checked by inspection and trial mounting.

7.4 Essai de protection contre les contacts directs

7.4.1 Parties isolantes

L'échantillon est monté comme en usage normal et est équipé de conducteurs de la plus petite section et l'essai est répété en utilisant des conducteurs de la section la plus élevée spécifiés en 7.3.1.

Pour les parafoudres, le doigt d'essai normalisé (conforme à la CEI 60529) est appliqué en tout emplacement possible.

Pour les parafoudres enfichables qui peuvent être remplacés sans l'aide d'un outil, le doigt d'épreuve est appliqué en tout emplacement possible lorsque le dispositif est partiellement ou totalement enfiché.

Un indicateur électrique, dont la tension de fonctionnement est comprise entre 40 V et 50 V est utilisé pour déceler un contact avec la partie concernée.

7.4.2 Parties métalliques

Les parties métalliques accessibles lorsque le dispositif est câblé et monté comme en usage normal doivent être reliées à la terre par une liaison de faible résistance, à l'exception de petites vis ou de pièces analogues isolées des parties actives, utilisées pour la fixation des bases, des couvercles ou des protections des prises.

Un courant (issu d'une source alternative dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V) égal à 1,5 fois le courant assigné ou 25 A, en prenant la valeur la plus élevée, circule entre la borne de terre et chacune des parties métalliques accessibles, tour à tour.

La chute de tension entre la borne de terre et la partie métallique accessible est mesurée et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension. En aucun cas, la résistance ne doit dépasser 0,05 Ω .

NOTE Il convient de veiller à ce que la résistance de contact entre la pointe de mesure et la partie métallique à l'essai n'influence pas les résultats d'essai.

7.5 Détermination de la tension de limitation mesurée

Les essais à effectuer sur les divers types de parafoudres pour déterminer leur tension écrêtée mesurée sont réalisés conformément au tableau 10 et à la figure 3.

Tableau 10 – Essais à effectuer pour déterminer la tension de limitation mesurée

	Classe I	Classe II	Classe III
Essai 7.5.2	X	X	
Essai 7.5.3	X*	X*	
Essai 7.5.4			X
* A effectuer seulement si le parafoudre comporte un dispositif de coupure en tension conforme à 7.5.1.			

7.4 Testing for protection against direct contact

7.4.1 Insulated parts

The sample is mounted as for normal use and fitted with conductors of the smallest cross-sectional area and the test repeated using conductors of the largest cross-sectional area specified in 7.3.1.

The standard test finger (in accordance with IEC 60529) is applied in every possible position.

For plug-in SPDs (which can be changed without a tool), the test finger is applied in every possible position, when the plug is partially engaged or completely engaged with a socket outlet.

An electrical indicator with a voltage of not less than 40 V and not more than 50 V is used to show contact with the relevant part.

7.4.2 Metal parts

Metal parts which are accessible when the SPD is wired and mounted as for normal use have to be connected to earth through a low resistance connection, except of small screws and the like, isolated from live parts, for fixing bases and covers or cover plates of socket-outlets.

A current (derived from an a.c. source having a no-load voltage not exceeding 12 V) equal to 1,5 times the rated load current or 25 A, whichever is the greater, is passed between the earthing terminal and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the earthing terminal and the accessible metal part is measured and the resistance is calculated from the current and this voltage drop. The resistance shall not exceed 0,05 Ω .

NOTE Care should be taken that the contact resistance between the tip of the measuring probe and the metal part under test does not influence the test results.

7.5 Determination of the measured limiting voltage

The tests to be performed on the different SPD types to determine their measured limiting voltages are according to the following table 10 and the flow chart in figure 3.

Table 10 – Tests to be performed to determine the measured limiting voltage

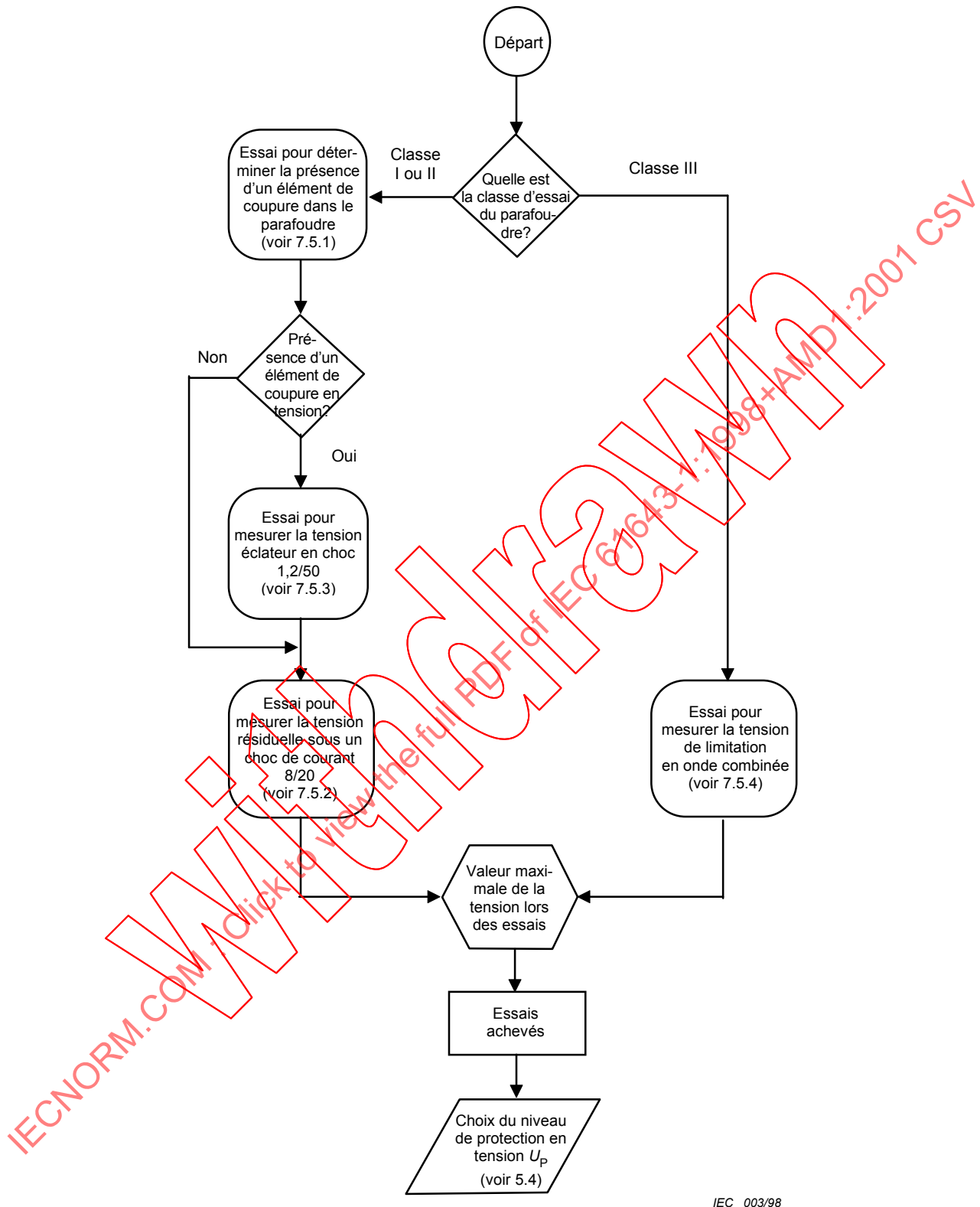
	Class I	Class II	Class III
Test 7.5.2	X	X	
Test 7.5.3	X*	X*	
Test 7.5.4			X
* To be performed only on voltage switching SPD types according to 7.5.1.			

Les conditions spécifiques d'essai suivantes sont applicables:

- a) Tous les parafoudres à un port doivent être essayés hors tension. Tous les parafoudres à deux ports doivent être essayés alimentés au moyen d'une source de tension de courant nominal d'au moins 5 A sous U_c sauf si le constructeur peut montrer qu'il n'existe pas de différence pour la tension écrêtée mesurée quand le dispositif est sous tension ou hors tension.
- b) Pour un parafoudre à un port ne présentant pas de bornes distinctes pour la charge, la tension de limitation mesurée est déterminée aux bornes où le choc est appliqué. Pour un parafoudre à deux ports et pour un parafoudre à un port présentant des bornes distinctes pour la charge, la tension de limitation mesurée est déterminée sur le port de sortie ou sur les bornes aval du parafoudre. L'essai doit comprendre les parties auxiliaires en série avec le parafoudre et en parallèle avec la charge telles que le déconnecteur, les indicateurs lumineux, le fusible et les autres parties déclarées par le constructeur.
- c) La tension de limitation mesurée est la valeur la plus élevée lors des essais effectués conformément au tableau 10 et à la figure 3, selon le type de parafoudre.

The following specific test conditions apply.

- a) All one-port SPDs shall be tested unenergized. All two-port SPDs are to be tested energized by means of a voltage source having a nominal current of at least 5 A at U_c , unless the manufacturer can show that there is no difference in the value of the measured limiting voltage when the device is energized or unenergized.
- b) For a one-port SPD not having separate load terminals, the measured limiting voltage is measured at the terminals where the surge is applied. For a two-port SPD, and a one-port SPD having separate load terminals, the measured limiting voltage is measured at the load port or load terminals of the SPD. The test shall include all ancillary parts in series with the SPD and parallel with the load such as disconnectors, lights, indicators, fuse and other parts declared by the manufacturers of the SPD.
- c) The measured limiting voltage is the highest voltage value of the tests performed according to table 10 and figure 3, relevant to the SPD test class.



IEC 003/98

Figure 3 – Diagramme d'essai pour déterminer le niveau de protection de tension U_p

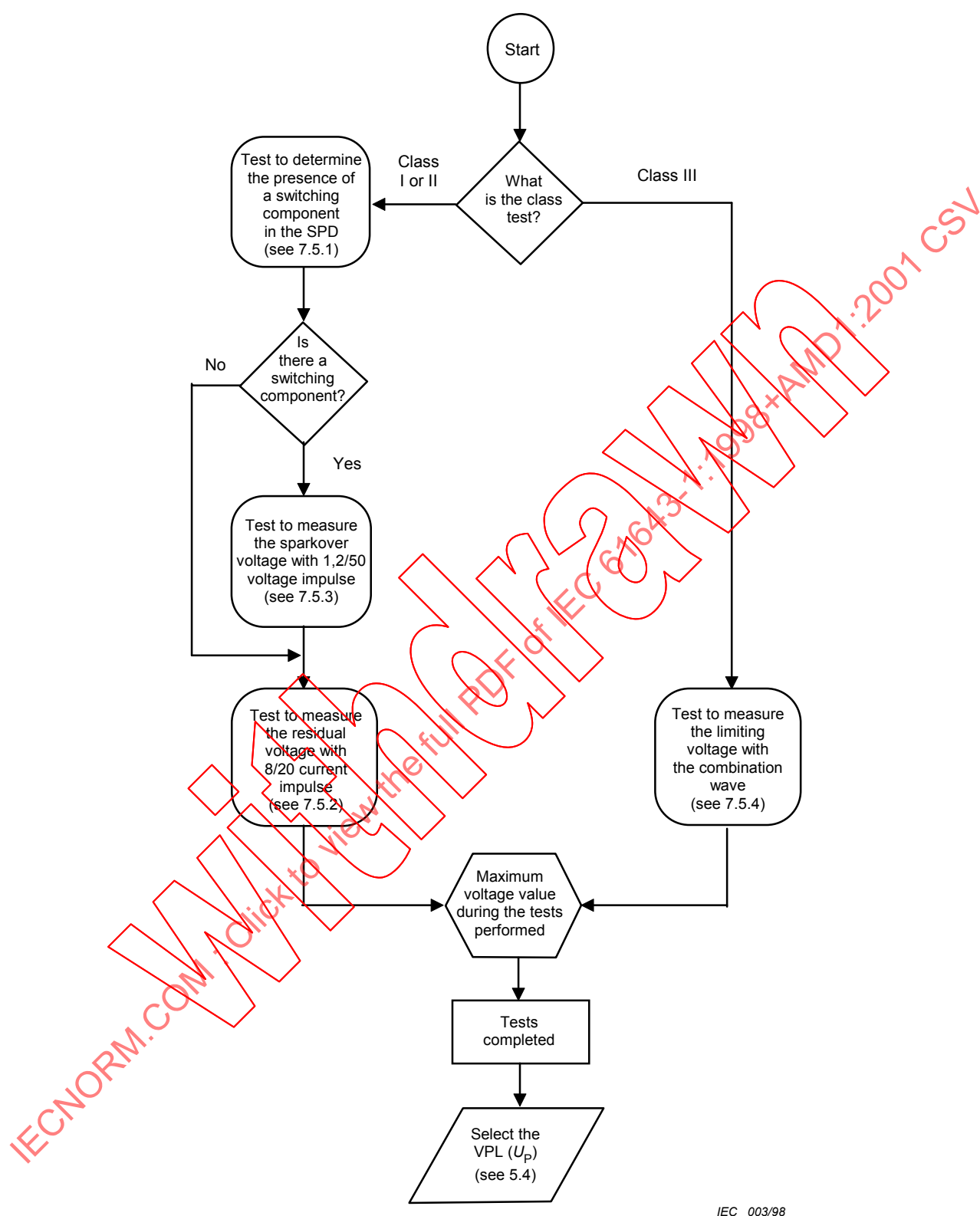


Figure 3 – Flow chart of testing to determine the voltage protection level U_p

7.5.1 Procédure d'essai pour déterminer si un dispositif de coupure (crowbar) est dans un parafoudre

Cet essai n'est effectué que si la conception interne du parafoudre n'est pas connue. Un nouvel échantillon doit être utilisé pour cet essai uniquement.

Le courant de choc normalisé 8/20 est utilisé pour les essais de classe I et II des parafoudres avec une amplitude $I_{\max}$ ou $I_{\text{crête}}$, comme indiqué par le constructeur. Pour les essais de classe III des parafoudres, un générateur combiné doit être utilisé en circuit ouvert avec une tension égale à U_{oc} déclarée par le constructeur.

Une tension de choc doit être appliquée au parafoudre (si le parafoudre comporte deux ports, le choc doit être appliqué sur les ports d'entrée et de sortie).

Un enregistrement oscillographique de la tension dans le parafoudre doit être réalisé (si le parafoudre comporte deux ports, la mesure de la tension doit être effectuée sur le port d'entrée).

Si la forme d'onde de la tension enregistrée présente une chute brutale, le parafoudre est considéré comme comportant un dispositif de coupure (crowbar).

7.5.2 Procédure d'essai pour mesurer la tension résiduelle sous un courant de choc 8/20

- a) La séquence d'essai des chocs de courant 8/20 comporte des valeurs crêtes approximatives de 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2 fois I_n .

NOTE Si lors de l'essai à 2 I_n , I_n dépasse le $I_{\max}$ du dispositif, alors la valeur finale de l'essai peut être prise égale à 1,2 fois I_n .

- b) Une séquence de polarité positive et une séquence de polarité négative sont appliquées au parafoudre.
- c) Enfin, au moins un choc à $I_{\max}$ ou $I_{\text{crête}}$ faisant circuler $I_{\max}$ ou $I_{\text{crête}}$ supérieur à I_n est appliqué au parafoudre sous la polarité qui donne les tensions résiduelles les plus élevées lors des essais précédents.
- d) L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour que l'échantillon se refroidisse à la température ambiante.
- e) Le courant et la tension doivent être enregistrés sur oscilloscope pour chaque choc. Les valeurs crêtes (absolues) doivent être rapportées sur une courbe de courant de décharge/tension résiduelle. Une courbe passant par les points doit être tracée. Il doit y avoir suffisamment de points sur la courbe de manière à ce qu'il n'y ait pas d'écarts significatifs sur la courbe jusqu'à $I_{\max}$ ou $I_{\text{crête}}$.
- f) La tension résiduelle utilisée pour la tension de limitation mesurée est, par définition, la tension la plus élevée sur la courbe correspondant au courant:
- classe I: jusqu'à $I_{\text{crête}}$ ou I_n , en choisissant la valeur la plus élevée;
 - classe II: jusqu'à I_n .

7.5.3 Procédure d'essai pour mesurer la tension d'amorçage sous des tensions de choc 1,2/50

La tension de choc normalisée 1,2/50 est utilisée.

- a) Pour chaque amplitude, 10 chocs sont appliqués sur le parafoudre, cinq de polarité positive et cinq de polarité négative.
- b) L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour que l'échantillon se refroidisse à la température ambiante.

7.5.1 Test procedure to determine the presence of a switching (crowbar) component in an SPD

This test has to be performed only if the internal design of the SPD is not known. A new sample shall be used for this test only.

The standard 8/20 current impulse is used for class I and class II tests of SPDs with a magnitude of $I_{\max}$ or I_{peak} as declared by the manufacturer. For class III test of an SPD, a combination wave generator shall be used with an open-circuit voltage equal to the U_{oc} declared by the manufacturer.

One impulse shall be applied to the SPD (in the case of a two-port SPD, the impulse shall be applied to its input and output terminals).

Oscillographic record of the voltage across the SPD shall be taken (in the case of a two-port SPD, the voltage measurement shall be taken across the input terminal of the SPD).

If the waveshape of the recorded voltage shows a sudden collapse, the SPD is considered as containing a switching (crowbar) component.

7.5.2 Test procedure to measure the residual voltage with 8/20 current impulses

- a) The 8/20 current impulses shall be used with a sequence of peak values of approximately 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 2 times I_n .

NOTE If testing at two times I_n exceeds the $I_{\max}$ of the device, then the final test value could be relaxed to 1,2 times I_n .

- b) One sequence of positive polarity and one sequence of negative polarity are applied to the SPD.
- c) Finally, at least one impulse of $I_{\max}$ or I_{peak} providing $I_{\max}$ or I_{peak} is above I_n is applied to the SPD at the polarity that showed higher residual voltages in previous tests.
- d) The interval between individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.
- e) A current and a voltage oscillogram shall be recorded for each impulse. The (absolute) peak values shall be plotted into a discharge current versus residual voltage diagram. A curve which best fits the data points shall be drawn. There shall be sufficient points on the curve to ensure that there are no significant deviations on the curve up to $I_{\max}$ or I_{peak} .
- f) The residual voltage used for determining the measured limiting voltage is given by definition as the highest voltage on this curve corresponding in the range of currents for:
- class I: up to I_{peak} or I_n whichever is greater;
 - class II: up to I_n .

7.5.3 Test procedure to measure the sparkover voltage with 1,2/50 voltage impulses

The standard 1,2/50 voltage impulse is used.

- a) For each amplitude 10 impulses are applied to the SPD, five of positive and five of negative polarity.
- b) The interval between individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.

- c) Au cours d'un essai préliminaire, la tension de sortie du générateur est augmentée par pas de 10 % jusqu'à observation de l'amorçage.
- d) En repartant du dernier réglage du générateur sans amorçage, la tension de sortie du générateur est augmentée par pas de 5 % jusqu'à ce que les 10 chocs (cinq de chaque polarité) conduisent à l'amorçage. La tension entre les bornes du parafoudre doit être enregistrée avec un oscilloscope.
- e) La tension de limitation mesurée est la moyenne des 10 valeurs crêtes (absolues) mesurées.

7.5.4 Procédure d'essai pour mesurer la tension de limitation sous onde combinée

Pour réaliser cet essai, une onde combinée est utilisée.

- a) L'onde combinée est appliquée à un parafoudre alimenté sous la tension du réseau U_c .
- b) Pour les parafoudres conçus pour la seule tension alternative, des chocs positifs sont appliqués au point $90^\circ \pm 10^\circ$ et des chocs négatifs au point $270^\circ \pm 10^\circ$ sur l'onde de tension sinusoïdale.
- c) Pour les parafoudres conçus pour la tension continue, des chocs positifs et négatifs sont appliqués. Le parafoudre est alimenté sous U_c continue.
- d) L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour que l'échantillon se refroidisse à la température ambiante.
- e) La tension du générateur combiné est réglée pour obtenir une tension en circuit ouvert égale à 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 fois U_{oc} déclarée par le constructeur du parafoudre.
- f) Avec ces réglages du générateur, quatre chocs sont appliqués sur le parafoudre pour chaque amplitude: deux de polarité positive et deux de polarité négative.
- g) Un enregistrement oscillographique du courant délivré par le générateur dans le parafoudre et de la tension sur le port protégé doit être fait pour chaque choc.
- h) La tension de limitation mesurée est la valeur maximale de la tension crête enregistrée pendant toute la séquence d'essai.

7.5.5 Essai alternatif avec le générateur combiné (7.5.4) sans réseau de découplage

Les parafoudres à deux ports avec des éléments réactifs créent des interactions avec les éléments réactifs d'un filtre anti-retour. Cela peut produire des valeurs artificiellement faibles de la tension de limitation mesurée. Dans ce cas, les essais doivent être réalisés en alternative selon la méthode de la figure 4.

Pour les parafoudres à deux ports avec des éléments réactifs, la méthode d'essai suivante doit être adoptée, en complément à 7.5.4.

- a) Le générateur d'essai doit être connecté selon la configuration de la figure 4.
- b) Une tension continue $U_c \sqrt{2}$ pour les parafoudres à courant alternatif, et une tension U_c pour les parafoudres à courant continu, doivent être appliquées au parafoudre via une diode ou un tube à décharge de gaz ou une varistance, selon la figure 4.
- c) Il convient que l'application du choc apparaisse au moins 100 ms après la fermeture de S_1 . Il y a lieu que la tension continue soit coupée 10 ms après l'application du choc.
- d) Les essais de polarité inverse peuvent être réalisés en inversant la connexion du parafoudre au générateur.
- e) L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour permettre le refroidissement de l'échantillon à la température ambiante.
- f) La tension du générateur combiné est réglée pour obtenir une tension en circuit ouvert de 0,1, 0,2, 0,5; 1,0 fois U_{oc} telle qu'elle est déclarée par le constructeur.
- g) Avec ces réglages du générateur, quatre chocs sont appliqués au parafoudre pour chaque amplitude, deux chocs de polarité positive et deux en polarité inverse.

- c) In a preliminary test, the generator output voltage is increased in steps of about 10 % until sparkover is observed.
- d) Restarting from the last generator setting, where no sparkover occurred, the generator output voltage is increased in steps of 5 % until all of the 10 impulses applied (five of each polarity) lead to a sparkover. The voltage across the SPD terminals shall be recorded with an oscilloscope.
- e) The measured limiting voltage is the average of the 10 measured (absolute) peak values.

7.5.4 Test procedure to measure the limiting voltage with the combination wave

To perform this test a combination wave is used.

- a) The combination wave will be applied to an energized SPD, with the mains voltage at U_c .
- b) For SPDs rated *only* on a.c. power systems, positive impulses are applied at the $90^\circ \pm 10^\circ$ point and negative impulses at $270^\circ \pm 10^\circ$ point on the sinusoidal voltage waveform.
- c) For SPDs rated for use on d.c. systems, both positive and negative impulse surges are applied. The SPD will be energized at the d.c. U_c .
- d) The interval between the individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.
- e) The voltage of the combination wave generator is set to provide an open-circuit voltage of 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 times the U_{oc} as declared by the manufacturer for the SPD.
- f) With these generator settings four surges will be applied to the SPD at each amplitude: two of positive and two of negative polarity.
- g) An oscillographic record shall be made of the current delivered by the generator into the SPD and the voltage at the output port of the SPD for each impulse.
- h) The measured limiting voltage is the maximum magnitude of the peak voltage recorded during the whole test sequence.

7.5.5 Alternate test to the combination wave test (7.5.4), without a decoupling network

Two-port SPDs with reactive components create interaction with the reactive components of a back filter. This can produce artificially low values of measured limiting voltage. Tests in such cases shall use the alternative test method in figure 4.

For two-port SPDs with reactive components the following test procedure shall be adopted in addition to that of 7.5.4.

- a) The test generator shall be configured as in figure 4.
- b) For a.c. rated SPDs a d.c. voltage of $U_c \sqrt{2}$, for d.c. rated SPDs a d.c. voltage of U_c , shall be applied to the SPD via a diode. The impulse shall be applied via a diode, gas discharge tube, or varistor according to figure 4.
- c) The application of the impulse should occur at least 100 ms after closure of S_1 . The d.c. voltage should be disconnected within 10 ms after impulse application.
- d) Reverse polarity tests can be conducted by reversing the SPD connection to the generator.
- e) The interval between individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.
- f) The voltage of the combination wave generator is set to provide an open-circuit voltage of 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 times the U_{oc} as declared by the manufacturer.
- g) With these generator settings, four surges will be applied to the SPD at each amplitude: two of positive polarity and two of reverse polarity.

- h) Un enregistrement oscillographique du courant traversant le parafoudre doit être effectué ainsi que de la tension à la sortie du parafoudre pour chaque choc.
- i) La tension de limitation mesurée est la valeur maximale de la tension enregistrée à la sortie du parafoudre lors de l'ensemble de cette séquence d'essai.

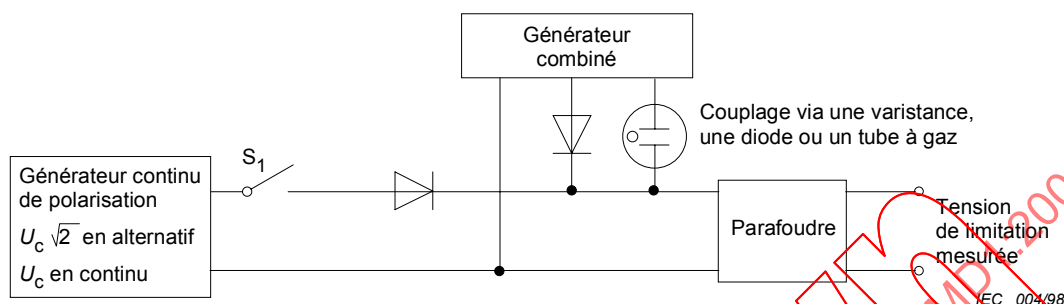


Figure 4 – Essai alternatif pour la tension de limitation mesurée

7.6 Essais de fonctionnement en charge

Ces essais ne sont applicables qu'aux parafoudres utilisés sous tension alternative (les parafoudres utilisés sous tension continue sont à l'étude).

Voir le diagramme d'essais de fonctionnement (figure 5).

7.6.1 Généralités

Cet essai est réalisé dans des conditions de service simulées par l'application d'un nombre spécifique de chocs sur le parafoudre alimenté sous la tension maximale de service permanent U_c fournie par une source alternative conformément à 7.6.3.

L'essai doit être effectué sur trois nouveaux échantillons non soumis préalablement à des essais.

D'abord, la tension de limitation mesurée doit être déterminée selon les essais décrits en 7.5.

Pour éviter des contraintes sur les échantillons, l'essai de 7.5.2 n'est effectué qu'à I_n et les essais de 7.5.4 et de 7.5.5 ne sont effectués qu'à U_{oc} . Pour l'essai de 7.5.3, la moyenne de 10 valeurs crêtes mesurées doit être utilisée.

- h) An oscillographic record shall be made of the current delivered by the generator into the SPD and the voltage at the output port for each impulse.
- i) The measured limiting voltage is the maximum magnitude of the voltage recorded at the output of the SPD for the whole test sequence.

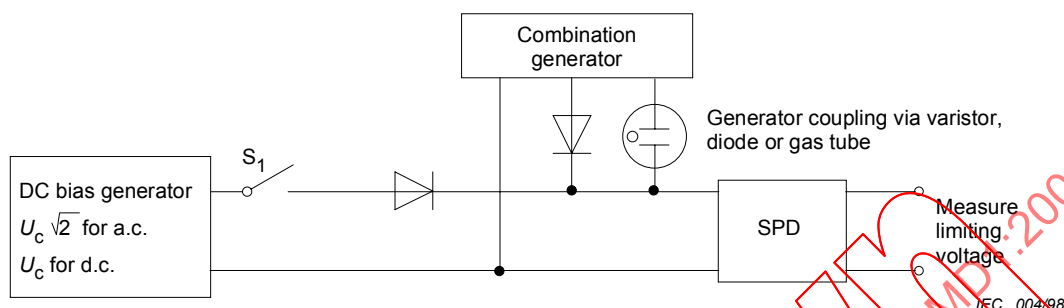


Figure 4 – Alternate test for the measured limiting voltage

7.6 Operating duty test

These tests are applicable only for SPDs used on a.c. (SPDs used on d.c. are under consideration).

See flow chart of operating duty test (figure 5).

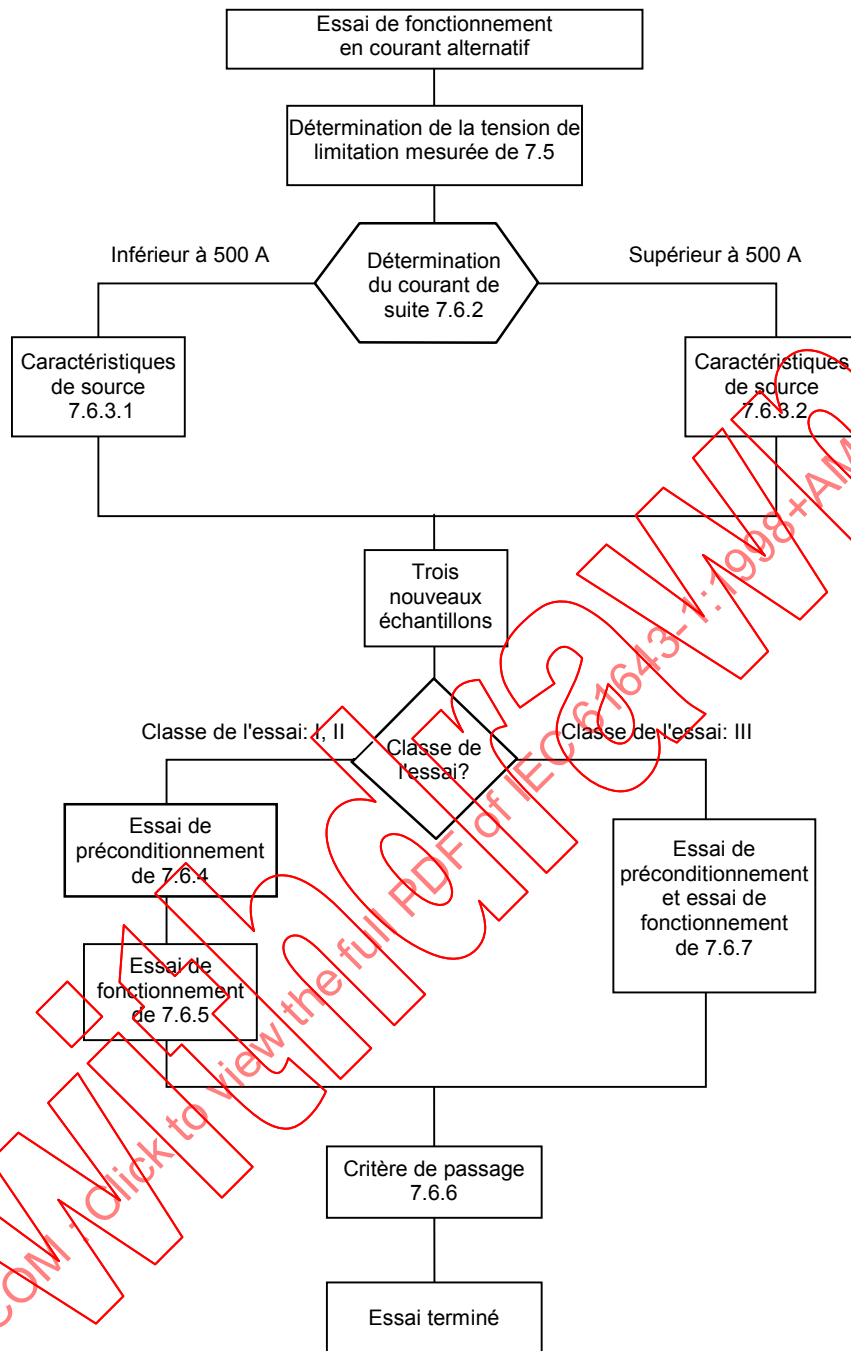
7.6.1 General

This is a test in which service conditions are simulated by the application of a stipulated number of specified impulses to the SPD while it is energized at the maximum continuous operating voltage U_c via an a.c. source according to 7.6.3.

The test shall be made on three new samples which have not been subjected previously to any tests.

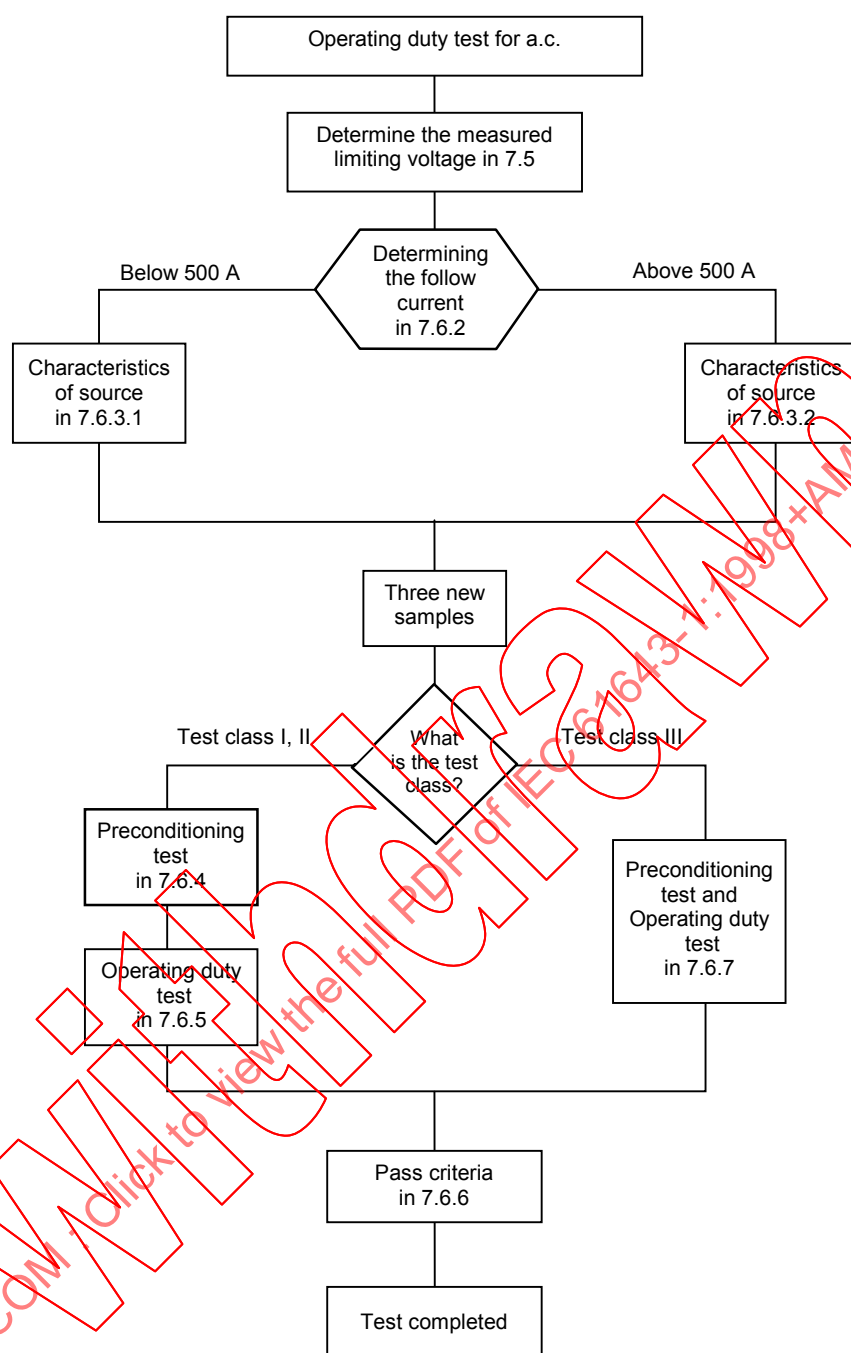
First the measured limiting voltage shall be determined using the tests described in 7.5.

To avoid overstress of the samples, the test of 7.5.2 is performed only at I_n and the tests of 7.5.4 and 7.5.5 only at U_{oc} . For the test of 7.5.3, the average of 10 measured peak values shall be used.



IEC 183/02

Figure 5 – Diagramme des essais de fonctionnement



IEC 183/02

Figure 5 – Flow chart of the operating duty test

7.6.2 Essai préliminaire pour déterminer l'amplitude du courant de suite

Cet essai préliminaire est destiné à déterminer si la valeur crête du courant de suite est au-dessus ou en dessous de 500 A.

Si la conception interne et la valeur crête du courant de suite du parafoudre sont connues, cet essai préliminaire n'est pas prescrit.

- a) L'essai doit être effectué sur un échantillon différent.
- b) Le courant de court-circuit présumé doit être $I_p \geq 1,5 \text{ kA}$ avec un facteur de puissance $\cos \varphi = 0,95_{-0,05}^0$.
- c) Il est connecté à une source de tension alternative. La tension mesurée aux bornes doit être la tension maximale de régime permanent $U_c^0_{-5}$. La fréquence de cette source doit correspondre à la fréquence assignée du parafoudre.
- d) Le courant de suite doit être généré par un choc de courant 8/20 ou par une onde combinée.
- e) La valeur crête doit correspondre à $I_{\max}$ ou à $I_{\text{crête}}$ ou à U_{oc} .
- f) Le choc de courant doit être appliqué à 60 degrés électriques avant la tension crête. Sa polarité doit coïncider avec celle de la demi-sinusoïde de la fréquence industrielle dont elle est issue.
- g) Si, à ce point de synchronisation, aucun courant de suite n'apparaît, le courant de choc 8/20 doit alors être appliqué par pas de 10 degrés électriques afin de déterminer si un courant de suite est généré.

7.6.3 Caractéristiques de la source de puissance pour le préconditionnement

7.6.3.1 Parafoudres avec courant de suite inférieur à 500 A

Pour cet essai, l'échantillon doit être connecté à une source de tension à fréquence industrielle. L'impédance de cette source doit être telle que, lors du passage du courant de suite, la valeur crête de la tension mesurée aux bornes du parafoudre ne chute pas au-dessous de la valeur crête de son U_c de plus de 10 %.

7.6.3.2 Parafoudres avec courant de suite supérieur à 500 A

L'échantillon doit être connecté à un circuit comportant une source de tension à fréquence industrielle U_c et ayant un courant de court-circuit présumé pour la valeur assignée du courant de suite I_{fi} déclaré par le fabricant conformément au tableau 11, ou à 500 A selon la plus grande de ces deux valeurs.

7.6.4 Essais de préconditionnement des classes I et II

Pour cet essai, on applique 15 chocs de courant 8/20 de polarité positive en trois groupes de cinq chocs chacun. Les échantillons d'essai sont connectés à une source d'alimentation selon 7.6.3. Chaque choc doit être synchronisé avec la fréquence de l'alimentation. Commenant à 0°, l'angle de synchronisation doit être augmenté par sauts de $30^\circ \pm 5^\circ$. Les essais sont décrits à la figure 6.

Lors de l'essai de parafoudre de classe I, on applique des chocs ayant une valeur crête de $I_{\text{crête}}$ ou I_n , selon la plus grande valeur.

Lors de l'essai de parafoudre de classe II, on applique des chocs ayant une valeur égale à I_n .

7.6.2 Preliminary test to determine the magnitude of the follow current

This preliminary test is intended to determine if the peak value of the follow current is above or below 500 A.

If the internal design and the peak value of the follow current of the SPD are known, this preliminary test is not required.

- a) The test shall be made with a separate test sample.
- b) The prospective short circuit current shall be $I_p \geq 1,5 \text{ kA}$ with a power factor $\cos \varphi = 0,95_{-0,05}^0$.
- c) It is connected to a power frequency voltage source with sinusoidal a.c. voltage. The power frequency voltage measured at the terminals, shall be the maximum equal to the continuous maximum operating voltage U_{c-5}^0 %. The frequency of the a.c. voltage source shall correspond to the rated frequency of the SPD.
- d) The follow current shall be initiated with an impulse current 8/20 or a combination wave.
- e) The peak value shall correspond to $I_{\max}$ or I_{peak} or U_{oc} .
- f) The current impulse shall be initiated 60 electrical degrees before the peak of the power frequency voltage. Its polarity shall coincide with the polarity of the half wave of the power frequency voltage in which it is initiated.
- g) If at this synchronization point there is no follow current, then the impulse current 8/20 has to be initiated later in steps of 10 electrical degrees each in order to determine if a follow current is generated.

7.6.3 Power frequency source characteristics for preconditioning

7.6.3.1 SPDs with follow current below 500 A

The test sample shall be connected to a power frequency voltage source. The impedance of the power source shall be such that during the flow of follow current the peak value of the power frequency voltage, measured at the SPD terminals, does not fall below the peak value of its U_c by more than 10 %.

7.6.3.2 SPDs with follow current above 500 A

The test sample shall be connected to a circuit with a power-frequency voltage at U_c and having a prospective short-circuit current, at the follow current interrupting rating I_{fi} declared by the manufacturer, according to table 11 or 500 A, whichever is greater.

7.6.4 Class I and II preconditioning tests

For this test, 15 current impulses 8/20 of positive polarity in three groups of five impulses each are applied. The test samples are connected to a power source according to 7.6.3. Each impulse shall be synchronized to the power frequency. Starting from 0° the synchronization angle shall be increased in steps of $30^\circ \pm 5^\circ$ intervals. The tests are described in figure 6.

When testing SPDs to class I, current impulses with values equal to I_{peak} or I_n , whichever is greater, are applied.

When testing SPDs to class II, current impulses with values equal to I_n , are applied.

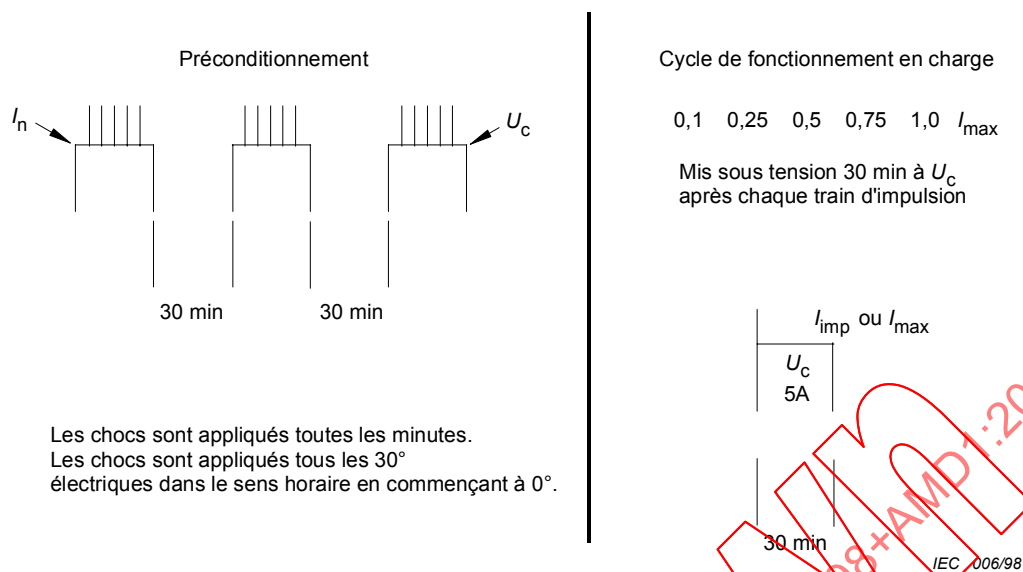


Figure 6 – Préconditionnement et plan du cycle d'essai de fonctionnement en charge

L'intervalle entre les chocs est de 50 s – 60 s, l'intervalle entre chaque groupe est de 25 min – 30 min.

Il n'est pas prescrit de mettre sous tension l'échantillon entre les groupes.

Le courant doit être enregistré pour chaque choc et les enregistrements de courant ne doivent pas mettre en évidence un amorçage ou un claquage des échantillons.

7.6.5 Essai de fonctionnement en charge des classes I et II

Le parafoudre est alimenté sous tension U_c au moyen d'une source de tension ayant un courant nominal d'au moins 5 A. Cet essai est effectué sous des chocs de courant jusqu'à $I_{\text{crête}}$ (selon 3.9) ou $I_{\max}$ (selon 3.10).

La tension reste appliquée pendant 30 min après chaque choc pour s'assurer de la stabilité thermique; le parafoudre est considéré comme thermiquement stable si la crête de la composante résistive de I_c ou la dissipation de puissance décroît régulièrement au moins lors des dernières 15 min de l'application de la tension U_c .

Des chocs de courant de polarité positive doivent être appliqués à la valeur crête correspondante de la source de puissance sur l'échantillon sous tension avec les conditions suivantes.

- Un choc de courant à 0,1 ($I_{\text{crête}}$ ou $I_{\max}$); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,25 ($I_{\text{crête}}$ ou $I_{\max}$); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,5 ($I_{\text{crête}}$ ou $I_{\max}$); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 0,75 ($I_{\text{crête}}$ ou $I_{\max}$); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- Un choc de courant à 1,0 ($I_{\text{crête}}$ ou $I_{\max}$); vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.

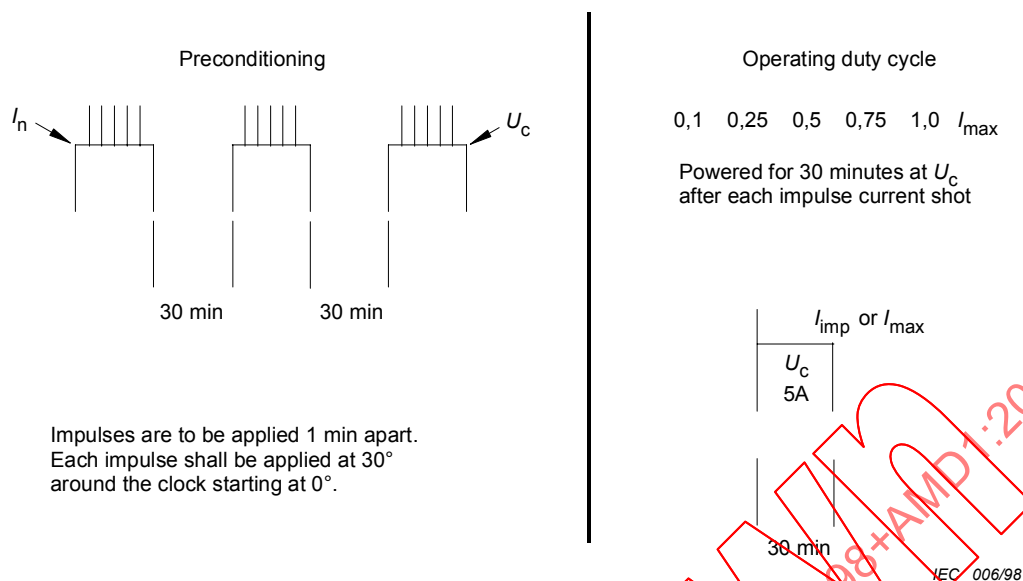


Figure 6 – Preconditioning and operating duty cycle test schedule

The interval between the impulses is 50 s – 60 s, the interval between the groups 25 min – 30 min.

It is not required that the test sample be energized between groups.

The current shall be recorded at each impulse and the current records shall show no sign of puncture or flashover of the samples.

7.6.5 Class I and II operating duty test

The SPD is energized at U_c by means of a voltage source having a nominal current capability of at least 5 A. This test is carried out with current impulses in steps up to I_{peak} (according to 3.9) or I_{max} (according to 3.10) through the SPD.

The power frequency voltage remains applied for 30 min after each impulse to prove the thermal stability; the SPD is considered to be thermally stable if the peak of the resistive component of I_c , or the power dissipation steadily decreases during the last 15 min of U_c voltage application.

Current impulses of positive polarity shall be initiated in the corresponding positive peak value of the power frequency voltage source to the energized test sample as follows.

- One current impulse at 0,1 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,25 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,5 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 0,75 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- One current impulse at 1,0 (I_{peak} or I_{max}); check thermal stability; cool down to ambient temperature.

7.6.6 Critère de passage

Le parafoudre a réussi l'essai si la stabilité thermique est atteinte après chaque choc du cycle de fonctionnement en charge et de préconditionnement. De plus, tout courant de suite doit s'éteindre de lui-même. Les enregistrements de tension et de courant et l'inspection visuelle ne doivent révéler aucune indication d'amorçage ou de perforation des échantillons. Aucun dommage mécanique ne doit se produire lors de ces essais.

Un choc supplémentaire à I_n ou à U_{oc} doit être appliqué sur le parafoudre alimenté sous U_c pendant 30 min. Après cette période, il convient que la stabilité thermique soit atteinte. Après cette séquence complète d'essais et après refroidissement de l'échantillon à une température proche de la température ambiante, l'essai de limitation en tension effectué au début de la séquence doit être répété. Le parafoudre a réussi l'essai si les valeurs mesurées avant et après l'essai sont inférieures ou égales à U_p .

L'échantillon est ensuite connecté à une source de tension sous la tension maximale de service permanent (U_c) à la fréquence assignée. Le transformateur d'essai doit avoir une capacité de courant de court-circuit d'au moins 200 mA, sauf si d'autres valeurs sont déclarées par le fabricant. Le courant qui traverse l'échantillon d'essai est mesuré. Sa composante résistive (mesurée au maximum de la sinusoïde) ne doit pas dépasser une valeur de 1 mA.

7.6.6.1 Parafoudres avec courant de suite inférieur à 500 A

En fin de séquence complète et après refroidissement de l'échantillon à la température ambiante, l'essai de détermination de la limitation de tension mesurée, déjà réalisé au début de la séquence, doit être répété.

Le parafoudre a réussi l'essai si la tension écrêtée mesurée avant et après l'essai ne varie pas de plus de $\pm 10\%$. De plus, la tension maximale d'amorçage doit être inférieure à U_p .

7.6.6.2 Parafoudres avec courant de suite supérieur à 500 A

L'échantillon à l'essai est refroidi à la température ambiante et connecté à une source de tension alternative sinusoïdale. La tension alternative minimale mesurée entre les bornes du parafoudre doit correspondre à deux fois la tension maximale de régime permanent et sa fréquence à la fréquence assignée.

Le transformateur d'essai, après avoir été réglé à deux fois la tension maximale de régime permanent U_c à ses bornes de sortie, sauf si d'autres valeurs sont prévues par le constructeur, doit présenter un courant de court-circuit minimal de 200 mA.

Le courant s'écoulant dans l'échantillon est mesuré; sa composante résistive ne doit pas dépasser un courant de fuite de 1 mA.

La tension de limitation doit être mesurée pour vérifier que le niveau de protection est inférieur ou égal à celui spécifié par le constructeur. De plus, il est vérifié que la tension de limitation mesurée n'a pas été réduite de plus de 50 % de sa valeur initiale, afin de vérifier que le fonctionnement est toujours correct. Des dommages mécaniques ne doivent pas se produire au cours de cet essai.

7.6.7 Essai de fonctionnement en charge des essais de classe III

Pour cet essai des parafoudres, une source de puissance conforme à 7.6.3 est utilisée.

Le générateur combiné est connecté au parafoudre par l'intermédiaire d'un réseau de découplage (voir 7.1.4). La tolérance sur les paramètres de la forme d'onde indiquée dans le tableau 4 doit être satisfaite pour l'emplacement du parafoudre. La valeur de U_{oc} est déclarée par le constructeur.

7.6.6 Pass criteria

The SPD has passed the test if thermal stability is achieved after each impulse of the preconditioning and operating duty cycle. Additionally, any follow current shall be self-extinguished. Both the voltage and current records and visual inspection shall show no indication of puncture or flashover of the samples. Mechanical damage shall not occur during these tests.

One more impulse at I_n or U_{oc} shall be applied to the SPD which is energized with U_c for 30 min. After this time, thermal stability should be achieved. Following this complete test sequence and after the sample has cooled down to near ambient temperature, the measured limiting voltage test, which was made at the beginning of the test sequence, shall be repeated. The SPD has passed the test if the values measured before and after the test are below or equal to U_p .

The test sample is then connected to a voltage source with a maximum continuous operating voltage (U_c) at the rated frequency. The test transformer shall have a short-circuit current capability of at least 200 mA unless other values are provided by the manufacturer. The current that flows through the test sample is measured. Its resistive component (measured at the crest of the sine wave) shall not exceed a value of 1 mA.

7.6.6.1 SPDs with follow current below 500 A

Following the complete test sequence and after the sample has cooled down to near ambient temperature, the measured limiting voltage test, which was made at the beginning of the test sequence, shall be repeated.

The SPD has passed the test if the values measured before and after the test have not changed by more than $\pm 10\%$. In addition, the maximum sparkover voltage shall be below U_p .

7.6.6.2 SPDs with follow current above 500 A

The test sample is cooled down to near ambient temperature and connected to a voltage source with sinusoidal a.c. voltage. The minimum a.c. voltage measured between the SPD terminals, shall correspond to two times the maximum continuous operating voltage, its frequency to the rated frequency.

The test transformer, after having been adjusted to two times the maximum continuous operating voltage U_c at its open terminals, unless other values are provided by the manufacturer, shall at least have a short-circuit current of 200 mA.

The current which flows through the test sample is measured. Its resistive component shall not exceed a leakage value of 1 mA.

The measured limiting voltage has to be measured to check if the voltage protection level is lower than or equal to the value specified by the manufacturer. In addition, check that the measured limiting voltage has not been reduced more than 50 % compared to its initial value in order to be sure it is still functioning properly. Mechanical damage shall not occur during this test.

7.6.7 Class III operating duty test

For the operating duty test of class III SPDs, a power frequency voltage source according to 7.6.3 is used.

The combination wave generator is connected to the SPD via a coupling capacitor (see 7.1.4). The tolerance on waveform parameters as shown in table 4 shall be met at the point where the SPD will be connected. The value of U_{oc} is declared by the manufacturer.

Le parafoudre est préconditionné conformément à 7.6.4. Pour cet essai, le courant nominal de décharge est remplacé par des valeurs de U_{oc} .

Le courant de choc doit être appliqué à la valeur crête correspondant à un demi-cycle et de même polarité que la tension d'alimentation.

L'essai de fonctionnement en charge est réalisé conformément à 7.6.5 en utilisant un générateur combiné avec les réglages U_{oc} suivants.

- a) Un choc positif et un choc négatif à $0,1 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- b) Un choc positif et un choc négatif à $0,25 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- c) Un choc positif et un choc négatif à $0,50 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- d) Un choc positif et un choc négatif à $0,75 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.
- e) Un choc positif et un choc négatif à $1,0 U_{oc}$; vérifier la stabilité thermique; laisser refroidir à la température ambiante.

Le parafoudre a réussi l'essai si les critères de 7.6.6 sont satisfaits.

7.7 Dispositifs de déconnexion et sécurité des parafoudres sous contraintes

Généralités

Les essais suivants doivent être effectués sur chaque parafoudre. Ces essais sont réalisés selon chaque mode de protection du parafoudre en utilisant un nouvel échantillon à chaque fois.

7.7.1 Essai de tenue des systèmes de déconnexion des parafoudres

Le ou les dispositifs de déconnexion sont essayés lors des essais de fonctionnement en service (voir 7.6). Les déconnecteurs, comme spécifié par le fabricant, ne doivent pas fonctionner pendant l'essai et être opérationnels après cet essai.

7.7.2 Essai de stabilité thermique des parafoudres

7.7.2.1 Essai de tenue en température ambiante

Le parafoudre est conservé dans une étuve chauffée à une température de $80\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ pendant 24 h. Aucun dispositif de déconnexion interne ne doit fonctionner lors de cet essai.

7.7.2.2 Essai de stabilité thermique

Réglages d'essais

Tous les composants de coupure en tension doivent être court-circuités avec un conducteur de cuivre d'un diamètre tel qu'il ne doit pas fondre durant l'essai. Il convient que cet essai soit réalisé pour chaque mode de protection; toutefois si des modes de protection sont identiques, il est permis d'effectuer un seul essai pour le mode de protection le plus sévère. La procédure d'essai donne deux dispositions différentes:

- parafoudre ne comportant que des dispositifs à limitation de tension. Dans ce cas, la procédure a) suivante est applicable;
- parafoudre comportant à la fois des dispositifs de limitation et de coupure. Dans ce cas, la procédure b) suivante est applicable.

The SPD is preconditioned according to the test procedure of 7.6.4. For the purpose of this test, the nominal discharge current is replaced by values of U_{oc} .

The current impulse shall be initiated at the peak value of the corresponding half cycle and in the same polarity of the power frequency voltage.

The operating duty test is performed according to 7.6.5 using the combination wave generator with the following generator settings U_{oc} .

- a) One positive and one negative impulse at 0,1 U_{oc} ; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- b) One positive and one negative impulse at 0,25 U_{oc} ; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- c) One positive and one negative impulse at 0,50 U_{oc} ; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- d) One positive and one negative impulse at 0,75 U_{oc} ; check thermal stability; cool down to ambient temperature.
- e) One positive and one negative impulse at 1,0 U_{oc} ; check thermal stability; cool down to ambient temperature.

The SPD has passed the test if the criteria of 7.6.6 are fulfilled.

7.7 SPD disconnectors and safety performance of overstressed SPDs

General

These tests shall be made on every SPD. Tests are performed on each mode of protection of the SPD using new samples each time.

7.7.1 Operating duty withstand test of SPD disconnectors

The SPD disconnector(s) is(are) tested during the operating duty test (see 7.6). The disconnectors, as specified by the manufacturer, shall not operate during the test and shall be in working order after this test.

7.7.2 Test of thermal stability of SPDs

7.7.2.1 Temperature withstand test

The SPD is kept in a heated cabinet at an ambient temperature of $80\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ for 24 h. No internal SPD disconnector shall operate during this time.

7.7.2.2 Thermal stability test

Test settings

Any voltage switching component shall be short-circuited by a copper wire of such a diameter that it doesn't melt during the test. This test should be performed on each mode of protection; however, if some modes of protection are identical, it is allowed to just perform this test on the mode of protection which gives the most severe configuration. The test procedure addresses two different arrangements:

- SPD including only voltage limiting components, in this case, the following procedure a) applies;
- SPD including both voltage limiting and voltage switching components. In this case, the following procedure b) applies.

a) Procédure d'essai pour les parafoudres n'ayant pas de composants de coupure en tension en série avec d'autres composants:

Les échantillons à essayer sont connectés à la source à fréquence industrielle.

La tension doit être assez haute pour avoir un courant qui traverse le parafoudre. Pour cet essai, le courant est fixe. Cette valeur de courant est augmentée selon les pas suivants définis avec une précision de $\pm 10\%$: 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1 000 mA efficace ou correspond à la valeur crête.

Le point de départ peut aller de 2 mA jusqu'à la dissipation maximale de puissance du composant, si elle est connue.

Chaque pas est maintenu jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint (c'est-à-dire variation de température inférieure à 2 K pour une durée de 10 min).

Lors de l'essai, la température de surface au point le plus chaud (pour parafoudres accessibles seulement) et le courant s'écoulant dans le parafoudre sont enregistrés de façon continue (le point le plus chaud peut être déterminé par un essai préliminaire ou par la mesure de nombreux points pour déterminer celui le plus chaud).

Cet essai est arrêté si le dispositif de déconnexion fonctionne et la tension ne doit plus augmenter afin d'éviter tout dysfonctionnement du déconnecteur.

Si la tension appliquée au parafoudre descend en dessous de la valeur U_c , alors U_c est maintenue pendant 15 min et le courant n'est pas contrôlé. Pour cela, une source de puissance séparée à fréquence industrielle est nécessaire, avec un courant de court-circuit suffisant pour ne pas limiter le courant avant le fonctionnement du système de déconnexion et, dans tous les cas, à une valeur maximale de tenue au court-circuit déclarée par le constructeur doit être mise en oeuvre.

b) Procédure d'essai pour les parafoudres ayant des composants de coupure en série avec les autres composants

Les composants de coupure sont court-circuités en série avec les autres éléments et la procédure d'essai suivante est applicable.

Le parafoudre est mis sous tension à U_c avec une source présentant un courant de court-circuit suffisamment élevé pour permettre l'ouverture de la protection contre les surintensités ou du dispositif de déconnexion contre les surintensités, comme déclaré par le constructeur.

Si aucun courant significatif ne s'écoule, la procédure d'essai a) doit être utilisée, mais en court-circuitant les dispositifs de coupure.

Si un parafoudre comporte plus d'un déconnecteur par mode de protection, la procédure d'essai est poursuivie jusqu'au fonctionnement de tous les déconnecteurs.

Critère d'acceptation

Parafoudres intérieurs: la température de surface doit toujours être inférieure à 120 °C pendant l'essai et à 80 °C, 5 min après fonctionnement du déconnecteur.

NOTE Ces valeurs de température 120 °C et 80 °C sont à l'étude.

a) Test procedure for SPD having no switching component in series with other components

The test samples are connected to the power frequency source.

The voltage shall be high enough to have a current through the SPD. For this test, the current is set to a constant value. This value of current is increased by the following steps with a value defined at $\pm 10\%$: 2, 5, 10, 20, 40, 80, 160, 320, 640, 1 000 mA r.m.s. or corresponding to the crest value.

The starting point may be changed from 2 mA to the maximum power dissipation of the component, if it is known.

Each step is maintained until thermal equilibrium is reached (i.e. variation of temperature less than 2 K within 10 min).

During the test, the surface temperature on the hottest spot of the SPD (for the accessible SPDs only) and the current through the SPD are monitored continuously (the hottest spot of the SPD may be determined by an initial test or alternatively many points may be monitored in order to determine the hottest spot).

This test is interrupted if an SPD disconnecter operates. The voltage shall not be increased further in order to avoid any malfunction of the disconnecter.

If the voltage across the SPD becomes lower than U_c , then U_c is maintained for 15 min and the current ceases to be regulated. For this purpose, a power frequency source with a short-circuit current capability which will not limit the current before any disconnecter operates, is needed. The maximum current value shall not exceed the maximum declared value of the short-circuit withstand capability of the disconnecter.

b) Testing procedure for SPD having switching components in series with other components

The switching components are short-circuited in series with other elements. The following testing procedure applies.

The SPD is energized at U_c with a power source having a short-circuit current high enough to enable the opening of the overcurrent protection or the overcurrent disconnecter as declared by the manufacturer.

If no significant current flows, the test procedure a) shall be used but still short-circuiting the switching components.

If an SPD contains more than one disconnecter per mode of protection, the test procedure is continued until all the disconnectors have operated.

Pass criteria

Indoor SPDs: the surface temperature shall always be less than 120 °C during the test and less than 80 °C, 5 min after the disconnecter operation.

NOTE The temperature values 120 °C and 80 °C are under consideration.

Parafoudres extérieurs: lors de l'essai complet, il ne doit pas y avoir de parties brûlées ou éjectées du parafoudre.

Parafoudres accessibles: après l'essai, les parafoudres ayant un degré de protection IP supérieur ou égal à IP2X ne doivent pas présenter de parties actives accessibles avec le doigt d'essai appliqué avec une force de 5 N (voir CEI 60529), excepté celles qui sont accessibles quand le parafoudre est équipé comme en utilisation normale.

Si le dispositif de déconnexion fonctionne, il doit être très clair que la déconnexion est effective et permanente. Pour le vérifier, une tension à fréquence nominale égale à deux fois U_C doit être appliquée pendant 1 min sans passage de courant supérieur à 0,5 mA efficace.

7.7.3 Essai de tenue aux courts-circuits en coordination avec la protection contre les surintensités, s'il y en a une

Réglages d'essai

Caractéristique de la source: le courant de court-circuit présumé et le facteur de puissance aux bornes du parafoudre sont donnés par le constructeur conformément au tableau 11. La tension d'essai est réglée à U_C .

Tableau 11 – Courant de court-circuit présumé et facteur de puissance

I_p (kA) $^{+5}_{0}$ %	$\cos \phi$ $^{0}_{-0,05}$
$I_p \leq 1,5$	0,95
$1,5 < I_p \leq 3,0$	0,9
$3,0 < I_p \leq 4,5$	0,8
$4,5 < I_p \leq 6,0$	0,7
$6,0 < I_p \leq 10,0$	0,5
$10,0 < I_p \leq 20,0$	0,3
$20,0 < I_p \leq 50,0$	0,25
$50,0 < I_p$	0,2

NOTE La tension de recouvrement est conforme à la CEI 60947-1.

L'échantillon doit être mis en oeuvre conformément aux indications du constructeur.

Le parafoudre lui-même, ses dispositifs de déconnexions et la protection contre les surintensités doivent être placés dans une boîte cubique en bois dont les faces sont éloignées de 50 cm $\pm$ 5 cm des surfaces externes du parafoudre. La face interne de la boîte est recouverte de papier mousseline ou étamine. Une des faces de la boîte, à l'exception du fond, reste ouverte de manière que les câbles d'alimentation puissent être raccordés selon les instructions du constructeur.

NOTE 1 Papier mousseline: papier doux, mince et plutôt résistant, généralement utilisé pour l'emballage d'objets fragiles et dont le poids se situe entre 12 g/m² et 25 g/m².

NOTE 2 Etamine blanche: pesant approximativement 29 g/m² – 30 g/m² et ayant une trame de 13 fils dans un sens et 11 dans l'autre par centimètre carré.

Outdoor SPDs: there shall be no evidence of burning or of parts of the SPD ejected.

Accessible SPDs: after the test, SPDs having an IP degree equal or greater than IP2X shall not have live parts accessible with the standardized test finger applied with a force of 5 N (see IEC 60529), except the ones which are accessible when the SPD is fitted as in normal use.

If a disconnecter operates, there shall be clear evidence of effective and permanent disconnection by the device. To check this, a power frequency voltage equal to 2 times U_c shall be applied for 1 min without current flow in excess of 0,5 mA r.m.s.

7.7.3 Short-circuit withstand capability test in conjunction with overcurrent protection, if any

Test settings

Power frequency source characteristic: the prospective short-circuit current and power factor at the SPD terminals, are given by the manufacturer according to table 11. The test voltage is set to U_c .

Table 11 – Prospective short-circuit current and power factor

I_p (kA) $^{+5}_{-0}$ %	$\cos \varphi$ ($^{+0}_{-0,05}$)
$I_p \leq 1,5$	0,95
$1,5 < I_p \leq 3,0$	0,9
$3,0 < I_p \leq 4,5$	0,8
$4,5 < I_p \leq 6,0$	0,7
$6,0 < I_p \leq 10,0$	0,5
$10,0 < I_p \leq 20,0$	0,3
$20,0 < I_p \leq 50,0$	0,25
$50,0 < I_p$	0,2
NOTE Recovery voltage according to IEC 60947-1.	

The test sample shall be mounted in accordance with the manufacturer's published directions.

The SPD itself, its disconnectors and overcurrent protection shall be placed in a cuboid wooden box whose sides are 50 cm $\pm$ 5 cm away from the SPD external surfaces. The internal surface of the box is covered with tissue paper or cheese cloth. One of the box side (not the bottom one) remains open in order that the supply cables can be connected according to the manufacturer's instructions.

NOTE 1 Tissue paper: thin, soft and rather strong paper, generally used to wrap breakable things and whose weight stands between 12 g/m² and 25 g/m².

NOTE 2 Cheese cloth: weighing approximately 29 g/m² – 30 g/m² and having a weave of 13 threads in one direction and 11 threads in the other direction per square centimetre.

Préparations des échantillons

Pour les parafoudres intégrant uniquement un seul composant non linéaire, et pour chaque parafoudre intégrant plus d'un composant non linéaire uniquement connecté en série, chaque composant de limitation en tension et de coupure en tension du parafoudre décrit en 3.4 et/ou en 3.5 doit être remplacé par des blocs en métal (par exemple cuivre) approprié (faux élément), en s'assurant que les connexions internes, leurs sections et les matériaux voisins (par exemple résines) et le conditionnement ne changent pas.

Pour les parafoudres comportant des composants non linéaires connectés en parallèle, des lots séparés de trois échantillons doivent être préparés comme décrit ci-dessus, pour chaque cheminement de courant du parafoudre comportant un ou plusieurs composants non linéaires décrits en 3.4 et 3.5.

NOTE Il convient que les échantillons préparés conformément aux prescriptions ci-dessus soient fournis par le fabricant.

Procédure d'essai

L'échantillon est relié à la source de puissance et de tension définie au tableau 11 et la tension d'essai est réglée à U_c . L'essai est effectué trois fois. Si un déconnecteur remplaçable ou réarmable, interne ou externe, fonctionne, le déconnecteur concerné doit être remplacé ou réarmé chaque fois. Si le déconnecteur ne peut être remplacé ou réarmé, l'essai est arrêté.

Critère d'acceptation

Pendant l'essai, le courant de court-circuit de la source doit être interrompu avant 5 s. Pendant l'essai, le papier mousseline ou l'étamine blanche ne doit pas s'enflammer. De plus, il ne doit se produire ni explosion ni risque pour les personnes ou les biens.

Pour les parafoudres accessibles: après l'essai, ceux ayant un degré de protection IP supérieur ou égal à IP2X ne doivent pas présenter des parties actives accessibles avec le doigt d'essai normalisé appliqué avec une force de 5 N (voir CEI 60529), excepté celles qui sont accessibles quand le parafoudre est équipé comme en utilisation normale.

Il doit être très clair quela déconnexion est efficace et permanente. Pour le vérifier, une tension alternative de fonctionnement égale à U_c doit être appliquée pendant 1 min sur le ou les déconnecteurs ayant fonctionné. L'écoulement de courant ne doit pas être supérieur à 0,5 mA efficace.

7.7.4 Essai de défaillance aux surtensions temporaires

Cet essai est appliqué aux parafoudres connectés entre les parties actives et la borne de terre, pour lesquelles le constructeur déclare un mode de défaillance sans danger, en cas de surtensions temporaires décrites dans la CEI 60364-4-442.

De nouveaux échantillons doivent être utilisés et installés comme en usage normal selon les instructions du constructeur.

Le parafoudre est placé dans une boîte cubique en bois dont les faces sont distantes de 50 cm $\pm$ 5 cm des surfaces externes du parafoudre. La surface interne de la boîte est recouverte de papier mousseline ou étamine. Une des faces de la boîte (à l'exception du fond) reste ouverte de manière à ce que les câbles d'alimentation puissent être raccordés selon les instructions du constructeur.

Les bornes du parafoudre doivent être interconnectées et la surtension temporaire suivante est appliquée entre le point commun et la terre.

Sample preparation

For SPDs containing only a single non-linear component and for SPDs containing more than one non-linear component only connected in series, every voltage-limiting component and voltage-switching component of the SPD described in 3.4 and/or 3.5 shall be replaced by appropriate metal (for example, copper) blocks (dummies), ensuring that internal connections, their cross-section and the surrounding material (for example, resins) and packaging are not changed.

For SPDs with non-linear components connected in parallel, separate sets of three samples shall be prepared in the manner described above, for every current path of the SPD which contains one or more non-linear component described in 3.4 and 3.5.

NOTE Samples prepared according to the above requirements should be provided by the manufacturer.

Test procedure

The sample is connected to the power-frequency source according to table 11 and the test voltage is set to U_c . The test is carried out three times. If a replaceable or a rearmable internal or external disconnector operates, the relevant disconnector shall be replaced or rearmed each time. If the disconnector cannot be replaced or rearmed the test is stopped.

Pass criteria

During the test, the power short-circuit current shall be interrupted within 5 s. During the test, the muslin paper, or cheese cloth shall not catch fire. In addition, there shall be no explosion or other hazard for either personnel or the facility.

Accessible SPDs: after the test, SPDs having an IP rating equal or greater than IP2X shall not have live parts accessible with the standardized test finger applied with a force of 5 N (see IEC 60529), except the ones which are accessible when the SPD is fitted as in normal use.

There shall be clear evidence of effective and permanent disconnection. To check this, a power-frequency voltage equal to U_c shall be applied for 1 min to the disconnector(s) having operated. The current flow shall not exceed 0,5 mA r.m.s.

7.7.4 TOV failure test

This test applies to SPDs connected between live terminals and the earth terminal for which the manufacturer claims a safe failure mode under abnormal TOV conditions described in IEC 60364-4-442.

New samples shall be used and fitted as in normal use, according to the manufacturer's instructions.

The surge protective device is placed in a cubic wooden box whose sides are $50 \text{ cm} \pm 5 \text{ cm}$ away from the SPD external surfaces. The internal surface of the box is covered with muslin paper or cheese cloth. One of the box sides (not the bottom) remains open in order that the supply cables can be connected according to the manufacturer's instructions.

The live terminals of the SPD shall be connected all together and the following temporary overvoltage is then applied between the common point and the earth terminal.

On propose d'appliquer des surtensions temporaires comme celles données dans la CEI 60364-4-442, selon le système, pendant 200 ms avec un courant d'essai limité à 300 A efficaces. Ces valeurs peuvent être modifiées selon les réglementations nationales.

Lors de l'essai, le papier mousseline ou son équivalent ne doit pas s'enflammer.

Après l'essai, les parafoudres peuvent être hors d'usage. Les enveloppes et capots des dispositifs, de degré de protection IP supérieur ou égale à IP20, ne doivent pas être endommagés de manière à ce que le doigt d'essai normalisé ne puisse pas atteindre des parties actives accessibles.

7.7.5 Essais de consommation de puissance et de courant résiduel

Le parafoudre est connecté à une source de tension sous la tension maximale de service permanent (U_c) selon les instructions du fabricant. La puissance apparente (volt-ampères) consommée par le parafoudre est mesurée. Le courant résiduel circulant dans la borne de terre de protection est mesuré.

NOTE 1 Si le fabricant autorise plus d'une configuration d'installation du parafoudre, il est recommandé d'effectuer cet essai pour chaque configuration.

NOTE 2 Il est recommandé de mesurer la véritable valeur efficace du courant.

7.7.6 Essai de la caractéristique TOV

7.7.6.1 Méthode d'essai

Des nouveaux échantillons doivent être utilisés et fixés comme en usage normal, selon les instructions du fabricant.

Le parafoudre doit être placé dans une boîte cubique en bois dont les côtés sont à une distance de $500 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ des surfaces externes du parafoudre. La surface interne de la boîte est recouverte de papier mousseline ou d'étamine. Un des côtés de la boîte (pas le fond) reste ouvert afin de pouvoir connecter les câbles d'alimentation selon les instructions du fabricant.

L'échantillon doit être connecté pendant un temps $t_T = 5 \text{ s} \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% \right)$ à la tension de fonctionnement de $U_T \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% \right)$. Cette source de tension doit pouvoir délivrer un courant suffisamment élevé de manière que la tension aux bornes du parafoudre ne puisse être inférieure à 95 % de U_T pendant l'essai ou à la tenue aux courts-circuits du parafoudre déclarée, selon la valeur la plus faible.

Dans les 100 ms ou moins, suivant l'application de U_T , une tension égale à $U_c \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% \right)$ sous un courant égal doit être appliquée à l'échantillon pendant 30 min.

Temporary short-term overvoltages equal to values described in IEC 60364-4-442, depending on the system, for a duration of 200 ms, with a test current limited to 300 A r.m.s are proposed. These values may be changed according to the national authorities' regulations.

During the test, the muslin paper or equivalent should not catch fire.

After the test, the surge protective devices may be out of order. The housing of devices having an IP rating equal to or greater than IP20 shall not be damaged to such an extent that their live parts are accessible with the standard test finger.

7.7.5 Standby power consumption and residual current test

The SPD is connected to a voltage source at its maximum continuous operating voltage (U_c) in accordance with the manufacturer's instructions. The apparent power (volt-amperes) consumed by the SPD is measured. The residual current flowing through the PE terminal is measured.

NOTE 1 If the manufacturer allows more than one configuration for the SPD installation, this test should be performed for every configuration.

NOTE 2 The true r.m.s. current value should be measured.

7.7.6 TOV characteristic test

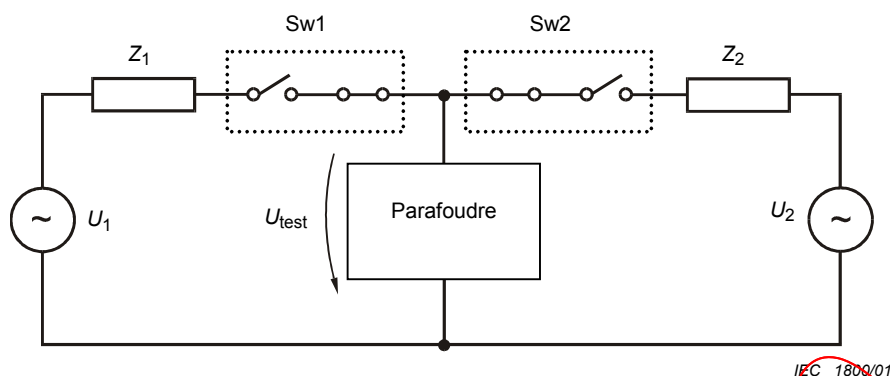
7.7.6.1 Test procedure

New samples shall be used and fitted as in normal use, according to the manufacturer's instructions.

The SPD shall be placed in a cube-shaped wooden box with sides 500 mm $\pm$ 50 mm away from the SPD's external surfaces. The internal surface of the box is covered with muslin paper or cheesecloth. One side of the box (not the bottom) remains open in order that the supply cables can be connected according to the manufacturer's instructions.

The test sample shall be connected for a duration of $t_T = 5$ s ($0_{-5}\%$) to a power frequency voltage of U_T ($0_{-5}\%$). This voltage source shall be capable of delivering a current either high enough to ensure that the voltage at the SPD terminals does not fall below 95 % of U_T during the test or at the declared short-circuit withstand of the SPD, whichever is lower.

Within 100 ms or less, following the application of U_T , a voltage equal to U_c ($0_{-5}\%$) with the same current capability, shall be applied to the test sample for a period of 30 min.



$$\begin{array}{lcl}
 t_1 = 0 & & \\
 t_2 = 5 \text{ s } \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% & \} & U_1 = \text{TOV selon annexe B, tableau B.1} \\
 t_2 \leq t_3 < (t_2 + 100 \text{ ms}) & & \\
 t_4 = 30 \text{ min } \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% & \} & U_2 = U_c \left(\begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% \right)
 \end{array}$$

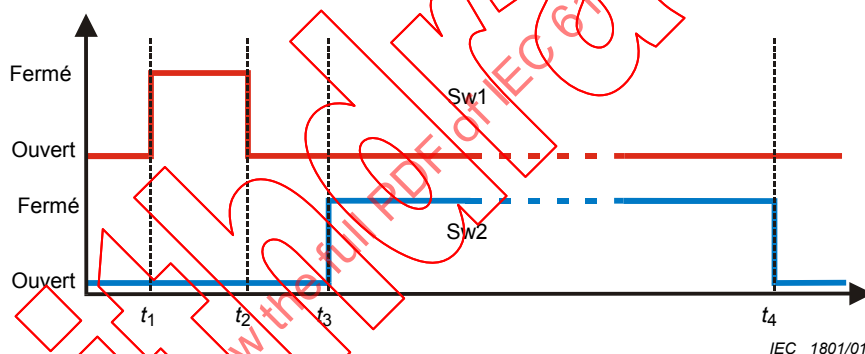


Figure 7 – Exemple et diagramme de durée d'un circuit d'essai pour la vérification de la caractéristique de surtension temporaire

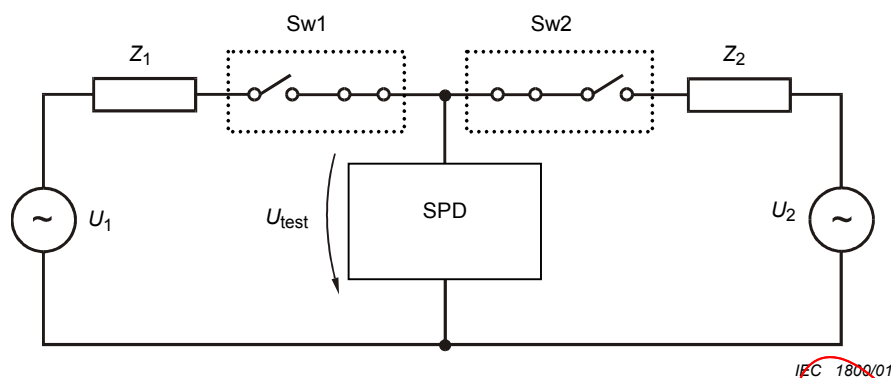
7.7.6.2 Critère de réussite

a) Mode de défaillance TOV

Si le fabricant déclare un mode de défaillance TOV pour la ou les valeurs déclarées U_T , le papier mousseline ou son équivalent ne doit pas s'enflammer pendant l'essai.

L'enveloppe des parafoudres présentant un degré de protection IP supérieur ou égal à IP20 ne doit pas être endommagée au point que leurs parties actives soient accessibles au doigt d'épreuve normalisé.

Si un déconnecteur fonctionne, il doit être très clair que la déconnexion fournie par le parafoudre est efficace et permanente. Pour le vérifier, une tension à fréquence industrielle égale à U_c doit être appliquée pendant 1 min sans écoulement de courant supérieur à 0,5 mA efficace.



$$\begin{array}{ll}
 t_1 = 0 & \\
 t_2 = 5 \text{ s } \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% & \left. \vphantom{t_2} \right\} U_1 = \text{TOV according to annex B, table B.1} \\
 t_2 \leq t_3 < (t_2 + 100 \text{ ms}) & \\
 t_4 = 30 \text{ min } \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \% & \left. \vphantom{t_4} \right\} U_2 = U_c \begin{smallmatrix} 0 \\ -5 \end{smallmatrix} \%
 \end{array}$$

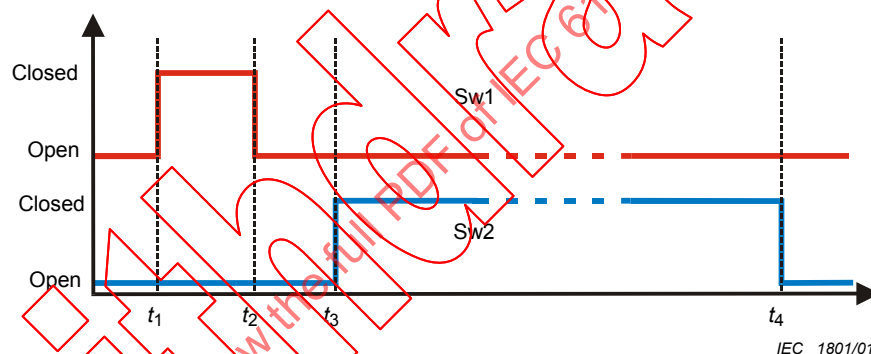


Figure 7 – Example and time diagram of a test circuit to perform the TOV characteristic test

7.7.6.2 Pass criteria

a) TOV fail mode

If the manufacturer declares a TOV failure mode at the declared U_T value(s), the muslin paper or equivalent shall not catch fire during the test.

The housing of devices having an IP rating equal to or greater than IP20 shall not be damaged to such an extent that their live parts are accessible with the standard test finger.

If a disconnector operates, there shall be clear evidence of effective and permanent disconnection by the device. To check this, a power-frequency voltage equal to U_c shall be applied for 1 min without a current flow in excess of 0,5 mA r.m.s.

b) Caractéristique de tenue aux TOV

Si le fabricant déclare une caractéristique de tenue aux TOV pour des valeurs de U_T , le parafoudre n'aura réussi l'essai que si les conditions complémentaires suivantes sont satisfaites:

- le parafoudre a conservé sa stabilité thermique lors de la période d'application de U_C . Le parafoudre est considéré comme thermiquement stable si la valeur crête de la composante résistive de I_C ou si la dissipation de puissance n'augmente pas pendant les 15 dernières minutes de l'application de la tension U_C ;
- après que l'échantillon a été refroidi à une température proche de la température ambiante, la tension de limitation mesurée doit être déterminée conformément aux essais de 7.5 afin de vérifier que le niveau de protection de la tension spécifié par le fabricant reste le même. Toutefois l'essai de 7.5.2 est réalisé seulement à I_n et les essais de 7.5.4 et de 7.5.5 seulement à U_{oc} . Les circuits auxiliaires, tels que les indicateurs d'état, doivent être opérationnels.

L'examen visuel de l'échantillon ne doit pas révéler de dommages.

7.8 Essais des parafoudres à un port et deux ports avec bornes d'entrée/sortie séparées

7.8.1 Essai de détermination du pourcentage de chute de tension

Une tension U_C est appliquée au port d'entrée et doit être constante à $\pm 5\%$. L'essai doit être réalisé sous un courant assigné de charge circulant dans une résistance de charge. Les tensions d'entrée et de sortie doivent être mesurées simultanément en charge. La formule suivante est utilisée pour déterminer le pourcentage de chute de tension, ΔU :

$$\Delta U \% = ((U_e - U_s) / U_e) 100 \%$$

Cette valeur doit être enregistrée et correspondre à la déclaration du constructeur.

7.8.2 Courant de charge assigné I_L

Le parafoudre est mis sous tension comme indiqué en 7.8.1 à la température ambiante en utilisant un câble dont la section minimale est celle spécifiée en 7.3.1. Le courant est réglé au courant de charge assigné spécifié par le constructeur. Un refroidissement forcé du parafoudre n'est pas autorisé.

Le parafoudre passe l'essai si l'enveloppe a atteint une stabilité thermique et si la température des parties qui sont accessibles en utilisation normale ne dépasse pas de plus de 40 K la température ambiante de la pièce (voir 2.1).

7.8.3 Essai de tenue au court-circuit en charge associé aux déconnecteurs (éventuellement prescrit par le fabricant)

L'essai, selon 7.7.3, est répété sans court-circuiter de composants, mais en court-circuitant toutes les bornes de sortie avec un conducteur dont la section spécifiée en 7.3.1 est la plus élevée et d'une longueur de 500 mm.

Critère de réussite

Lors de l'essai, le courant de court-circuit doit être interrompu en moins de 5 s. Lors de cet essai, le papier mousseline ou l'étamine ne doit pas s'enflammer. De plus, aucune explosion ou danger ne doit se produire soit pour le personnel, soit pour l'environnement.

b) TOV withstand characteristic

If the manufacturer claims a TOV withstand characteristic at the declared U_T value(s), the SPD has only passed the test if the following additional conditions are fulfilled:

- the SPD has thermal stability during the application period of U_C . The SPD is considered to be thermally stable if the peak of the resistive component of I_C , or the power dissipation does not increase during the last 15 min of U_C voltage application;
- after the test sample is cooled down to near ambient temperature, the measured limiting voltage shall be determined using the tests described in 7.5 to check if the voltage protection level specified by the manufacturer has been maintained. However, the test of 7.5.2. is performed only at I_n and the tests of 7.5.4 and 7.5.5 only at U_{oc} . Auxiliary circuits, like status indicators, shall be in working order.

Visual inspection of the test sample shall reveal no evidence of any damage.

7.8 Test for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output terminals

7.8.1 Test to determine the percentage voltage regulation

A voltage U_C is supplied at the input port and shall be constant within $\pm 5\%$. The test shall be conducted with rated load current into a resistive load. Input and output voltage shall be measured simultaneously with load connected. Use the following formula to determine the percentage voltage regulation.

$$\Delta U \% = ((U_{in} - U_{out}) / U_{in}) 100 \%$$

This value shall be recorded and comply with the manufacturer's declaration.

7.8.2 Rated load current I_L

The SPD shall be powered, as in 7.8.1 at ambient temperature using a cable with the minimum cross-sectional area specified in 7.3.1. The load current shall be set to the rated load current specified by the manufacturer. Forced cooling of the SPD is not permitted.

The SPD passes the test if the enclosure has reached thermal stability and the temperature of the parts which are accessible in normal use shall be not more than 40 K above the ambient temperature of the room (see 2.1).

7.8.3 Load-side short-circuit withstand capability test in conjunction with SPD disconnectors (required by the manufacturer, if any)

The test, according to 7.7.3, is repeated without short-circuiting any components but by short-circuiting all load terminals with a conductor of the largest cross-section specified under 7.3.1 and of length 500 mm.

Pass criteria

During the test the power short-circuit current shall be interrupted within 5 s. During the test the muslin paper, or cheesecloth, shall not catch fire. In addition, there shall be no explosion or hazard for either personnel or facilities.

Parafoudres accessibles

Après l'essai, les parafoudres de degré IP égal ou supérieur à IP2X ne doivent pas présenter de parties actives accessibles lors de l'essai au doigt d'épreuve normalisé appliqué avec une force de 5 N (voir CEI 60529). Si aucun déconnecteur interne n'a fonctionné, le parafoudre doit satisfaire aux prescriptions de 7.4.1 et de 7.5. Si un déconnecteur interne a fonctionné, il doit être très clair que la déconnexion est permanente et efficace.

Pour le vérifier:

- a) confirmer qu'aucune tension n'apparaît sur les bornes de sortie;
- b) appliquer une tension à fréquence industrielle égale à deux fois U_c entre les bornes d'entrée et de sortie correspondantes pendant 1 min sans circulation de courant supérieur à 0,5 mA efficace.

L'essai doit inclure toutes les parties auxiliaires en série avec le parafoudre déclarées par le fabricant.

7.8.4 Capacité de tenue aux chocs aval

Pour cet essai:

- 15 chocs de courant 8/20,
- ou 15 ondes de choc combinées sous la tension en circuit ouvert U_{oc}

avec une valeur égale à la capacité de tenue aux chocs aval déclarée par le fabricant, sont appliqués en trois groupes de cinq chocs sur le port de sortie de l'échantillon à l'essai. Le parafoudre est alimenté sous U_c au moyen d'une source de tension ayant un courant nominal d'au moins 5 A. Chaque choc doit être synchronisé avec la fréquence du réseau. En partant de 0°, l'angle de synchronisation doit être augmenté par pas de $30^\circ \pm 5^\circ$.

L'intervalle entre les chocs est de 50 s à 60 s et l'intervalle entre les groupes de chocs est de 25 min à 30 min.

L'échantillon doit être alimenté pendant toute la séquence d'essai. La tension sur les bornes de sortie doit être enregistrée.

Critère d'acceptation

Le parafoudre a réussi l'essai si les critères définis en 7.6.6 sont satisfaits.

7.9 Essais complémentaires

Les paragraphes suivants donnent des règles de sécurité. Dans certains pays, des règles nationales peuvent être applicables.

7.9.1 Parafoudres mobiles avec câbles souples et cordons et leurs connexions

7.9.1.1 Les parafoudres mobiles doivent être équipés d'un dispositif d'arrêt de façon que les conducteurs ne soient pas soumis à des contraintes, y compris la torsion, lorsqu'ils sont connectés à des bornes ou à des terminaisons, et que leur revêtement soit protégé de l'abrasion.

La gaine éventuelle du cordon doit être serrée dans le dispositif d'arrêt.

La conformité est vérifiée par inspection.

Accessible SPDs

After the test, SPDs having an IP degree equal to, or greater than, IP2X shall not have live parts accessible with the standardized test finger applied with a force of 5 N (see IEC 60529). If no internal disconnecter has operated, the SPD shall fulfil the requirements according to 7.4.1 and 7.5. If an SPD internal disconnecter has operated, there shall be clear evidence of effective and permanent disconnection.

In checking for disconnection take the following steps:

- a) confirm that there is no voltage on the output terminals;
- b) apply a power-frequency voltage equal to two times U_c between the corresponding input and output terminals for 1 min without current flow in excess of 0,5 mA r.m.s.

The test shall include all the auxiliary parts in series with the SPD as declared by the manufacturer.

7.8.4 Load-side surge withstand capability

For this test:

- 15 current impulses 8/20,
- or 15 combination wave impulses with an open-circuit voltage U_{oc}

with a value equal to the load-side surge withstand capability declared by the manufacturer are applied in three groups of five impulses to the output port of the test sample. The SPD is energized at U_c by means of a voltage source having a nominal current of at least 5 A. Each impulse shall be synchronized to the power frequency. Starting from 0° the synchronization angle shall be increased in steps of $30^\circ \pm 5^\circ$.

The interval between the impulses is 50 s to 60 s and the interval between the groups is 25 min to 30 min.

The test sample shall be energized during the whole test sequence. The voltage on the output terminals shall be recorded.

Pass criteria

The SPD has passed the test if the criteria according to 7.6.6 are fulfilled.

7.9 Additional tests

The entire subclause 7.9 is a safety issue. In some countries other national regulations may apply.

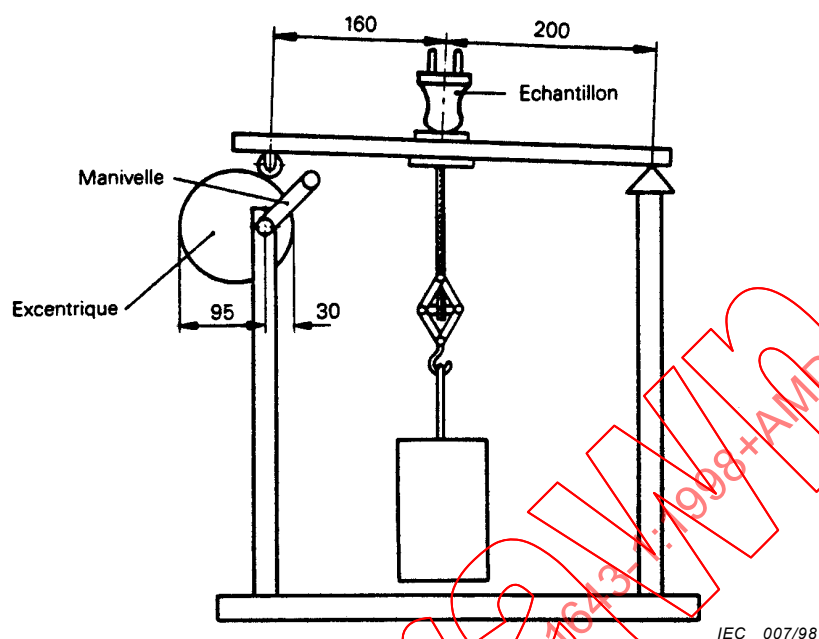
7.9.1 Portable SPDs with flexible cables and cords and their connection

7.9.1.1 Portable SPDs shall be provided with a cord anchorage such that the conductors are relieved from strain, including twisting, where they are connected to the terminals or terminations, and that their covering is protected from abrasion.

The sheath, if any, of the cord shall be clamped within the cord anchorage.

Compliance is checked by inspection.

7.9.1.2 L'efficacité du maintien est vérifiée par l'essai suivant, au moyen d'un appareil comme celui représenté à la figure 8.



Les dimensions sont données en millimètres.

Figure 8 – Appareil pour vérifier la fixation du cordon

Les parafoudres non démontables sont essayés en l'état de livraison; l'essai est fait sur des échantillons neufs.

Les parafoudres démontables sont essayés avec le câble ayant la section nominale conforme à la déclaration du constructeur.

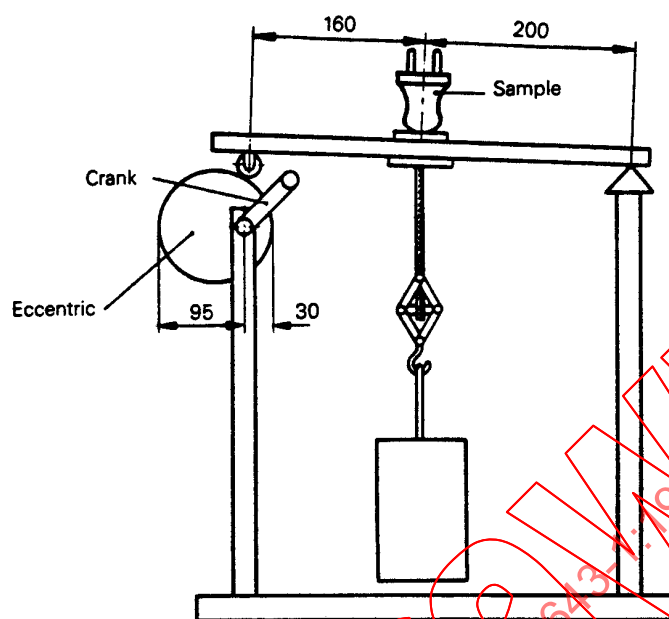
Les âmes du câble flexible ou cordon des appareils démontables sont introduites dans les bornes, les vis des bornes étant serrées juste assez pour empêcher que les âmes changent facilement de position.

Le dispositif d'arrêt est utilisé de manière normale, les vis de serrage éventuelles étant serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié dans le tableau 12.

Tableau 12 – Prescriptions pour le serrage des vis

Diamètre nominal du filetage mm	Couple Nm		
Jusqu'à 2,8 inclus	0,2	0,4	-
Au-dessus de 2,8 et jusqu'à 3,0 inclus	0,25	0,5	-
Au-dessus de 3,0 et jusqu'à 3,2 inclus	0,3	0,6	-
Au-dessus de 3,2 et jusqu'à 3,6 inclus	0,4	0,8	-
Au-dessus de 3,6 et jusqu'à 4,1 inclus	0,7	1,2	1,2
Au-dessus de 4,1 et jusqu'à 4,7 inclus	0,8	1,8	1,2
Au-dessus de 4,7 et jusqu'à 5,3 inclus	0,8	2,0	1,4

7.9.1.2 The effectiveness of the retention is checked by the following test by means of an apparatus as shown in figure 8.



Dimensions are in millimetres.

Figure 8 – Apparatus for testing the cord retention

Non-rewireable SPDs are tested as delivered, the test is made on new samples.

Rewireable SPDs are tested with the cable having the nominal cross-sectional area as declared by the manufacturer.

Conductors of the flexible cable or cord of rewireable accessories are introduced into the terminals, screws being tightened just sufficiently to prevent the position of the conductors from easily changing.

The cord anchorage is used in the normal way, clamping screws, if any, being tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in table 12.

Table 12 – Tightening requirements for clamping screws

Nominal diameter of thread mm	Torque Nm		
Up to and including 2,8	0,2	0,4	-
Over 2,8 up to including 3,0	0,25	0,5	-
Over 3,0 up to including 3,2	0,3	0,6	-
Over 3,2 up to including 3,6	0,4	0,8	-
Over 3,6 up to including 4,1	0,7	1,2	1,2
Over 4,1 up to including 4,7	0,8	1,8	1,2
Over 4,7 up to including 5,3	0,8	2,0	1,4

Après remontage de l'échantillon, les parties constitutives doivent s'ajuster exactement et on ne doit pas pouvoir pousser le câble ou cordon à l'intérieur de l'échantillon à un degré appréciable.

L'échantillon est mis dans l'appareil d'essai de façon que l'axe du câble souple ou cordon soit vertical quand il entre dans l'échantillon.

On applique 100 fois sur le câble souple ou cordon un effort de traction de

- 60 N si le courant assigné n'est pas supérieur à 16 A et la tension assignée est inférieure ou égale à 250 V;
- 80 N si le courant assigné n'est pas supérieur à 16 A et la tension assignée est supérieure à 250 V;
- 100 N si le courant assigné est supérieur à 16 A.

Les efforts de traction sont appliqués pratiquement sans secousse, chaque fois pendant 1 s.

On doit veiller à exercer la même traction simultanément sur toutes les parties du câble souple (conducteur, isolation et gaine).

Après les essais, on ne doit pas constater un déplacement du câble souple ou cordon de plus de 2 mm. Pour les appareils démontables, les extrémités des âmes ne doivent pas s'être déplacées sensiblement dans les bornes; pour les appareils non démontables, les connexions électriques ne doivent pas être interrompues.

Pour mesurer le déplacement longitudinal, on fait avant la mise en traction une marque sur le câble souple ou cordon, à une distance de 20 mm environ de l'extrémité de l'échantillon ou du dispositif de protection. Si, pour les appareils non démontables, il n'y a pas d'extrémité définie de l'échantillon ou du dispositif de protection, on fait une marque additionnelle sur le corps de l'échantillon.

Après les essais, on mesure le déplacement de la marque sur le câble souple ou cordon par rapport à l'échantillon ou au dispositif de protection, le câble souple ou cordon étant maintenu tendu.

7.9.1.3 Les parafoudres non démontables doivent être pourvus d'un câble souple ou cordon conforme à la CEI 60227 ou à la CEI 60245, les sections des conducteurs étant en rapport avec les caractéristiques maximales des parafoudres et de leurs équipements associés.

La conformité est vérifiée par examen, par des mesures et en vérifiant que les câbles souples sont conformes à la CEI 60227 ou à la CEI 60245, pour autant qu'elles soient applicables.

7.9.1.4 Les parafoudres non démontables doivent être conçus de façon que le câble souple ou cordon soit protégé contre un pliage excessif à l'entrée de l'appareil.

Les dispositifs de protection prévus à cet effet doivent être en matière isolante et fixés de façon sûre.

Des ressorts métalliques hélicoïdaux, nus ou recouverts de matière isolante, ne doivent pas être utilisés comme dispositifs de protection.

La conformité est vérifiée par inspection et par un essai de flexion exécuté au moyen d'un appareil d'essai comme celui représenté à la figure 9.

After reassembly of the sample, the component parts shall fit snugly and it shall not be possible to push the cable or cord into the sample to any appreciable extent.

The sample is placed in the test apparatus so that the axis of the cable or cord is vertical where it enters the sample.

The cable or cord is then subjected 100 times to a pull of

- 60 N if the rated current is not more than 16 A and the rated voltage is up to and including 250 V;
- 80 N if the rated current is not more than 16 A and the rated voltage is above 250 V;
- 100 N if the rated current is more than 16 A.

The pulls are applied practically without jerks each time for 1 s.

Care shall be taken to exert the same pull on all parts (core, insulation and sheath) of the flexible cable simultaneously.

After the tests, the cable or cord shall not have been displaced by more than 2 mm. For rewirable accessories, the end of the conductors shall not have moved noticeably in the terminals; for non-rewirable accessories, there shall be no break in the electrical connections.

For measurement of the longitudinal displacement, a mark is made on the cable or cord while it is subjected to the pull, at a distance of approximately 20 mm from the end of the sample or the cord guard, before starting the tests. If, for non-rewirable accessories, there is no definite end to the sample or the cord guard, an additional mark is made on the body of the sample.

After these tests, the displacement of the mark on the cable or cord in relation to the sample or the cord guard is measured while the cable or cord is subjected to the pull.

7.9.1.3 Non-rewirable SPDs shall be provided with a flexible cable or cord complying with IEC 60227 and IEC 60245 with a cross-sectional area of the conductors suitable for the maximum rating of the SPD and associated equipment.

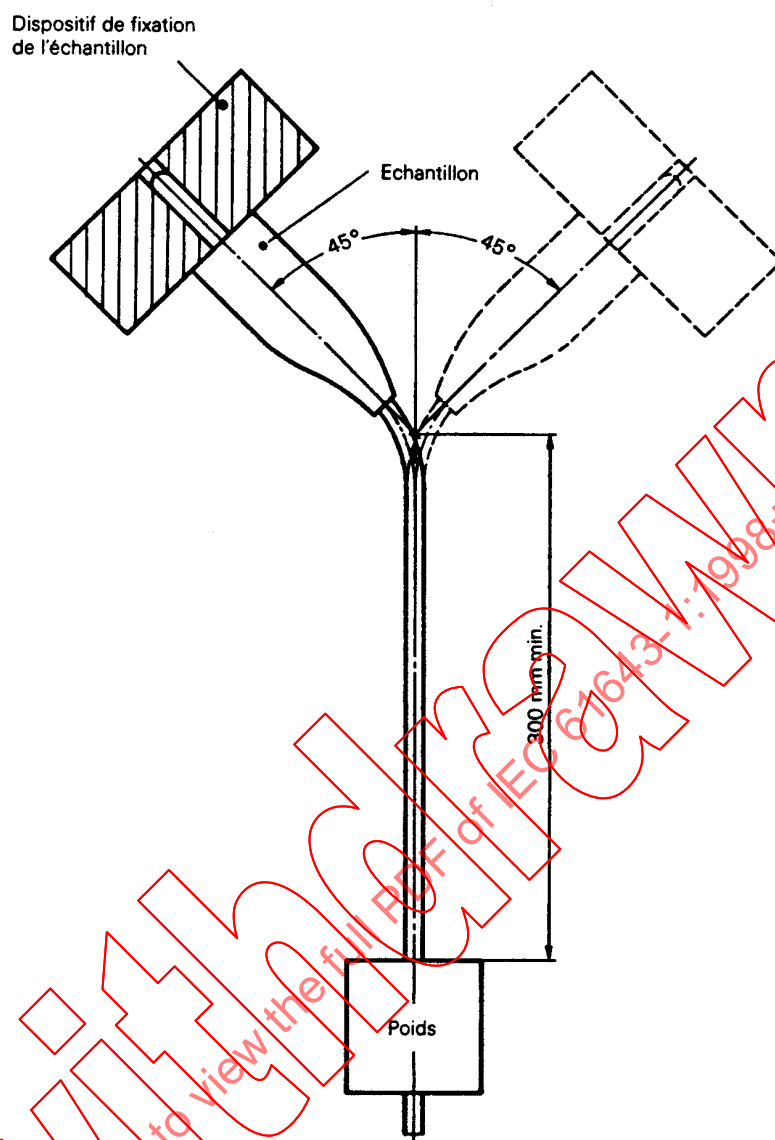
Compliance is checked by inspection, by measurement, and by checking that the flexible cables or cords are in accordance with IEC 60227 or IEC 60245, as applicable.

7.9.1.4 Non-rewirable SPDs shall be so designed that the flexible cable or cord is protected against excessive bending where it enters the accessory.

Guards provided for this purpose shall be of insulating material and shall be fixed in a reliable manner.

Helical metal springs, whether bare or covered with insulating material, shall not be used as core guards.

Compliance is checked by inspection and by a flexing test made by means of an apparatus as shown in figure 9.



IEC 008/98

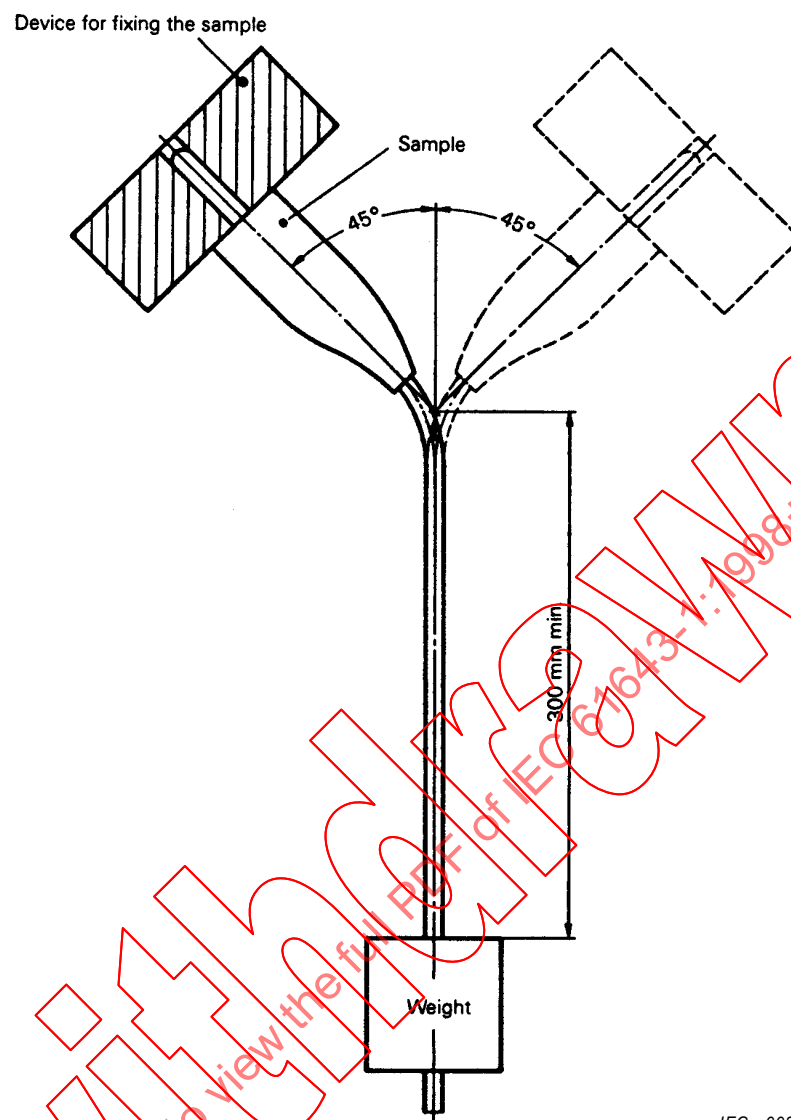
Figure 9 – Appareil d'essai de flexion

L'essai est effectué sur des échantillons neufs.

L'échantillon est fixé à la partie oscillante de l'appareil de façon que, lorsque celle-ci se trouve à mi-course, l'axe du câble souple ou du cordon à l'entrée dans l'échantillon soit vertical et passe par l'axe d'oscillation.

L'appareil est, par variation de la distance entre le dispositif de fixation du levier oscillant et l'axe d'oscillation, positionné de telle sorte que le câble souple fasse un mouvement latéral minimal lorsque le levier de l'appareil d'essai est déplacé sur sa course totale.

Afin d'avoir la possibilité de trouver facilement par expérimentation la position de montage avec le minimum de mouvement latéral du cordon pendant l'essai, il convient que le dispositif de flexion soit construit de façon que les différents supports pour les appareils montés sur la partie oscillante puissent être facilement réglés.



IEC 008/98

Figure 9 – Apparatus for flexing test

The test is made on new samples.

The sample is fixed to the oscillating mechanism of the apparatus. Therefore when it is in mid-position, the axis of the flexible cable or cord where it enters the sample is vertical; thus passing through the axis of oscillation.

The accessory is, by variation of the distance between the fixed part of the oscillating mechanism and the axis of oscillation, so positioned that the cord makes the minimum lateral movement when the oscillating mechanism of the test apparatus is moved over its full length of travel.

In order to have the possibility of finding easily by experiment the mounting position with the minimum lateral movement of the cord during the test, the flexing apparatus should be built in such a way that the different supports for the accessories mounted on the oscillating mechanism can be readily adjusted.

Le câble souple est chargé d'une masse telle que la force appliquée soit de:

- 20 N pour les appareils munis de câbles souples ou cordons de section nominale supérieure à 0,75 mm²;
- 10 N pour les autres appareils.

On fait passer dans les conducteurs soit un courant égal au courant assigné de l'appareil soit le courant ci-après, suivant la valeur la plus faible:

- 16 A pour les appareils munis de cordons de section nominale supérieure à 0,75 mm²;
- 10 A pour les appareils munis de cordons d'une section nominale de 0,75 mm²;
- 2,5 A pour les appareils munis de cordons de section nominale inférieure à 0,75 mm².

La tension entre conducteurs est égale à la tension assignée de l'échantillon.

La partie oscillante est inclinée de 90° (45° de part et d'autre de la verticale), le nombre de flexions étant de 10 000 à la cadence de 60 par minute.

Une flexion est un mouvement, soit dans un sens, soit dans l'autre.

Les échantillons munis de câbles ou cordons à section circulaire sont tournés de 90° dans la partie oscillante après 5 000 flexions; les échantillons munis de cordons plats subissent seulement les flexions dans une direction perpendiculaire au plan contenant les axes des conducteurs.

Au cours de l'essai de flexion, il ne doit pas se produire

- d'interruption de courant,
- de court-circuit entre les conducteurs.

On considère qu'un court-circuit est survenu entre les conducteurs du câble ou cordon si le courant atteint une valeur égale à deux fois le courant d'essai de l'appareil.

La chute de tension entre chaque contact et le conducteur correspondant, avec un courant d'essai ayant la valeur du courant assigné, ne doit pas dépasser 10 mV.

Après l'essai, les dispositifs de protection ne doivent pas être séparés du corps de l'appareil et l'isolant du câble souple ou cordon ne doit laisser apparaître aucune trace d'abrasion ou d'usure; les brins rompus des conducteurs ne doivent pas avoir percé l'isolant au point d'être accessibles.

The cable or cord is loaded with a mass such that the force applied is

- 20 N for accessories with cables or cords having a nominal cross-sectional area exceeding $0,75 \text{ mm}^2$;
- 10 N for other accessories.

A current equal to the rated current for the accessory or the following current, whichever is the lower, is passed through the conductors:

- 16 A for accessories with cables or cords having a nominal cross-sectional area exceeding $0,75 \text{ mm}^2$;
- 10 A for accessories with cords having a nominal cross-sectional area of $0,75 \text{ mm}^2$;
- 2,5 A for accessories with cords having a nominal cross-sectional area less than $0,75 \text{ mm}^2$.

The voltage between the conductors is equal to the rated voltage of the sample.

The oscillating mechanism is moved through an angle of 90° (45° on either side of the vertical), the number of flexings being 10 000 and the rate of flexing 60 per minute.

A flexing is one movement, either backwards or forwards.

Samples with circular section cables or cords are turned through 90° in the oscillating mechanism after 5 000 flexings, samples with flat cords are only bent in a direction perpendicular to the plane containing the axes of the conductors.

During the flexing test, there shall be

- no interruption of the current,
- no short-circuit between conductors.

A short-circuit between the conductors of the flexible cable or cord is considered to occur if the current attains a value equal to twice the test current of the accessory.

The voltage drop between each contact and the corresponding conductor, with a test current flowing having a value of the rated current, shall not exceed 10 mV.

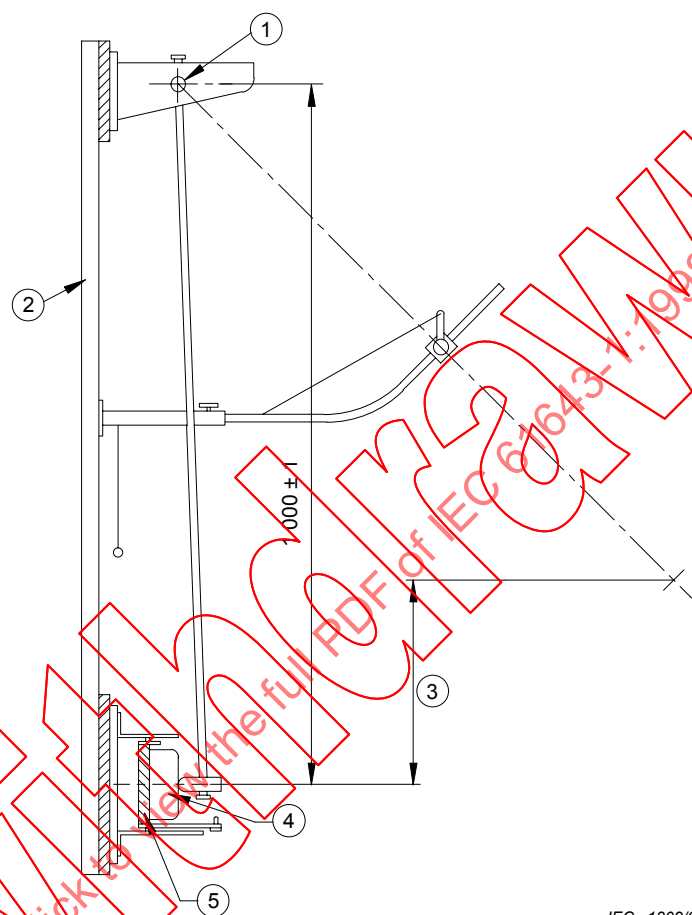
After the test the guard, if any, shall not have separated from the body and the insulation of the flexible cable or cord shall show no sign of abrasion or wear; broken strands of the conductor shall not have pierced the insulation so as to become accessible.

7.9.2 Contrainte mécanique

7.9.2.1 Les parafoudres doivent avoir une résistance mécanique suffisante pour supporter les contraintes survenant lors de l'installation et de l'utilisation.

La conformité est vérifiée par les essais appropriés suivants.

Les échantillons sont soumis à des coups au moyen d'un appareil d'essai de choc représenté à la figure 10.



Dimensions en millimètres

Légende

- 1 Pendule
- 2 Cadre
- 3 Hauteur de chute
- 4 Echantillon
- 5 Dispositif de montage

Figure 10a – Appareil d'essai

7.9.2 Mechanical strength

7.9.2.1 SPDs shall have adequate mechanical strength so as to withstand the stresses imposed during installation and use.

Compliance is checked by the appropriate tests as follows:

The samples are subjected to strikes by means of an impact-test apparatus as shown in figure 10.

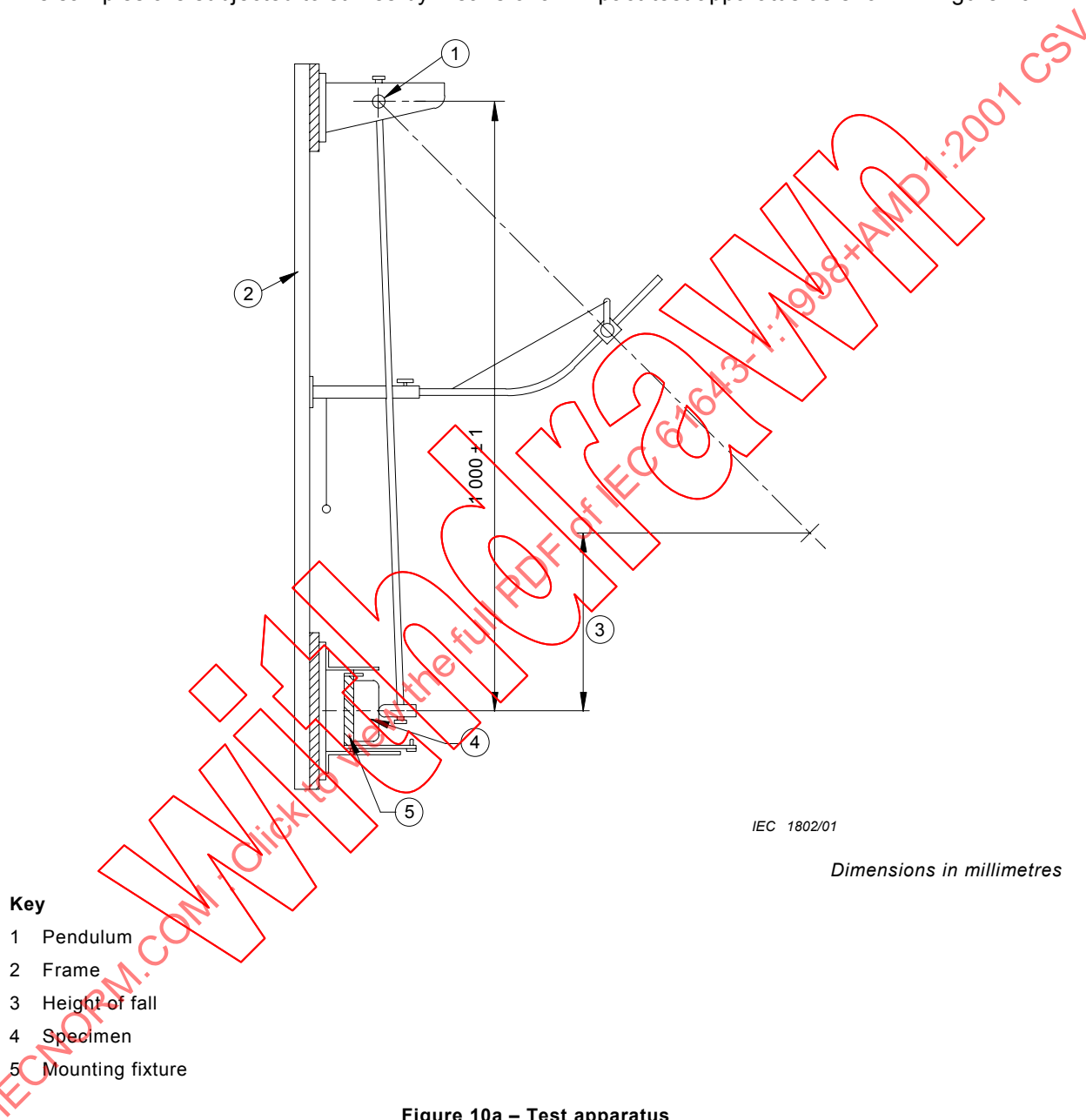
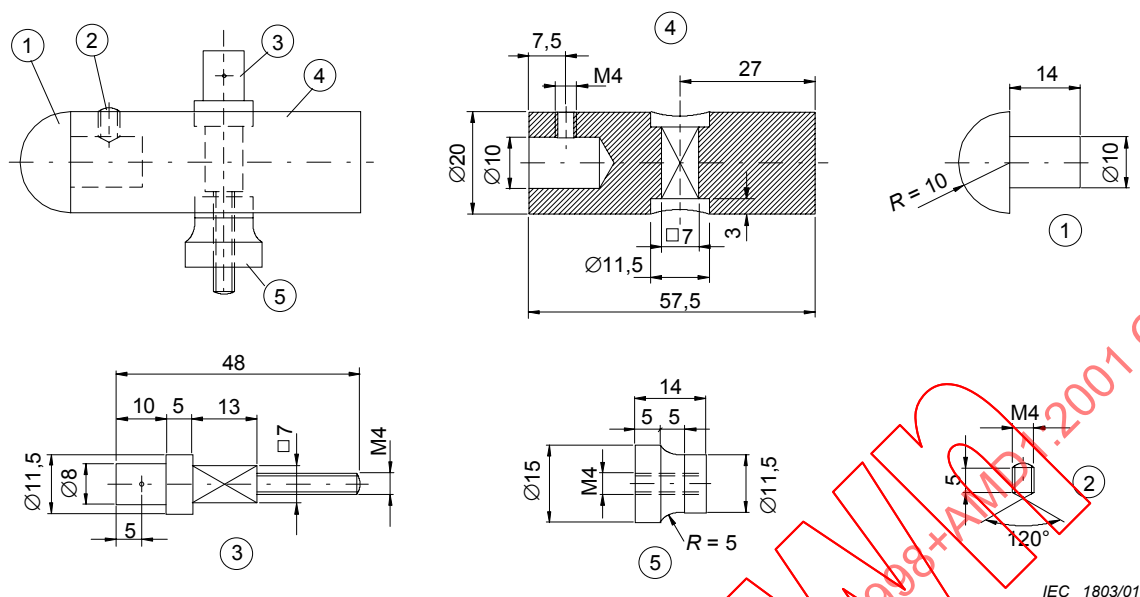


Figure 10a – Test apparatus



Dimensions en millimètres

Matière des parties:

- ①: Polyamide
- ②, ③, ④, ⑤: Acier Fe 360

Figure 10b – Pièces de frappe du marteau pendulaire selon les énergies

Figure 10 – Appareil d'essai de choc

La pièce de frappe a une face hémisphérique, un rayon de 10 mm en polyamide ayant une dureté Rockwell de HR 100 et une masse de $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

Elle est fixée rigidement à l'extrémité inférieure d'un tube d'acier de 9 mm de diamètre extérieur et de 0,5 mm d'épaisseur de paroi, pivotant à son extrémité supérieure de façon à ne se mouvoir que dans un plan vertical.

L'axe du pivot est à $1\,000 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ au-dessus de l'axe de la pièce de frappe.

La dureté Rockwell de la pièce de frappe en polyamide est déterminée en utilisant une bille ayant un diamètre de $12,700 \text{ mm} \pm 0,0025 \text{ mm}$, la charge initiale étant $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ et la surcharge $500 \text{ N} \pm 2,5 \text{ N}$.

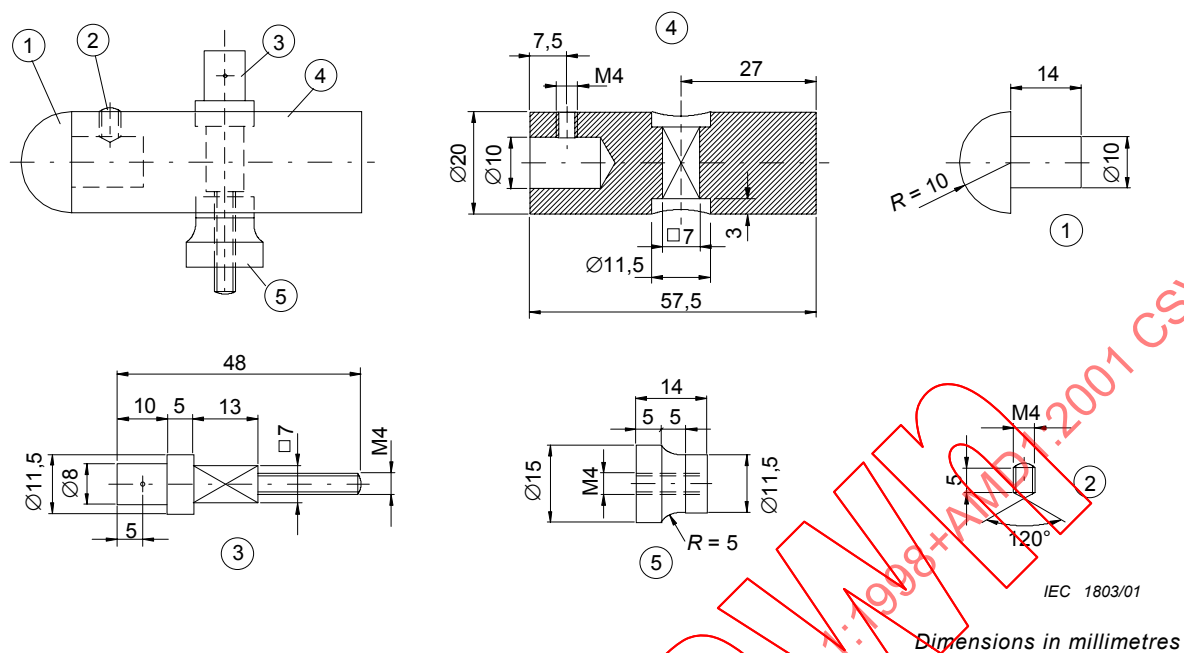
NOTE Des renseignements complémentaires concernant la détermination de la dureté Rockwell des matières plastiques sont indiqués dans l'ISO 2039-2.

La conception de l'appareil est telle qu'il faut exercer une force entre 1,9 N et 2,0 N sur la face de la pièce de frappe pour maintenir le tube en position horizontale.

Les échantillons sont fixés sur un carré de contreplaqué de 8 mm d'épaisseur et de 175 mm de côté, le contreplaqué étant attaché, à ses arêtes supérieure et inférieure, à un cadre rigide qui fait partie du support.

Les parafoudres mobiles sont essayés comme les parafoudres fixes, mais ils sont fixés au panneau de contreplaqué par des moyens annexes.

Le support doit avoir une masse de $10 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$ et doit être monté sur un châssis rigide.



Material of the parts:

- ①: Polyamide
- ②, ③, ④, ⑤: Steel Fe 360

Figure 10b – Striking element of the pendulum hammer for energies

Figure 10 – Impact test apparatus

The striking element has a hemispherical face, 10 mm radius, made of polyamide having a Rockwell hardness of HR 100, and has a mass of $150 \text{ g} \pm 1 \text{ g}$.

It is rigidly fixed to the lower end of a steel tube with an external diameter of 9 mm and a wall thickness of 0,5 mm, which is pivoted at its upper end in such a way that it swings only in a vertical plane.

The axis of the pivot is $1\,000 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ above the axis of this striking element.

The Rockwell hardness of the polyamide striking element is determined by using a ball having a diameter of $12,700 \text{ mm} \pm 0,0025 \text{ mm}$, the initial load $100 \text{ N} \pm 2 \text{ N}$ and the extra load $500 \text{ N} \pm 2,5 \text{ N}$.

NOTE Additional information concerning the determination of the Rockwell hardness of plastics is given in ISO 2039-2.

The design of the apparatus is such that a force of between 1,9 N and 2,0 N has to be applied to the face of the striking element to maintain the tube in a horizontal position.

The samples are mounted on a sheet of plywood, 8 mm thick and 175 mm square, secured at its top and bottom edges to a ridged bracket.

Portable SPDs are tested as fixed SPDs, but they are fixed to the plywood sheet by auxiliary means.

The mounting support shall have a mass of $10 \text{ kg} \pm 1 \text{ kg}$ and shall be mounted on a rigid frame.

Le mode de fixation est tel que

- l'échantillon puisse être placé de façon que le point d'impact se trouve dans un plan vertical de l'axe du pivot,
- l'échantillon puisse être déplacé horizontalement et puisse tourner autour d'un axe perpendiculaire à la surface du contreplaqué,
- le contreplaqué puisse être tourné autour d'un axe vertical.

Les parafofoudres pour montage encastré sont disposés dans un logement aménagé dans un bloc de bois de charme ou d'une matière ayant les mêmes caractéristiques mécaniques, fixé au contreplaqué (ils ne sont pas testés dans leurs boîtes de montage).

Si du bois est utilisé pour le bloc, la direction des fibres de bois doit être perpendiculaire à la direction de l'impact.

Les parafofoudres pour montage encastré à fixation à vis doivent être fixés aux tenons logés dans le bloc de bois de charme au moyen de vis. Les parafofoudres pour montage encastré à fixation à griffes doivent être fixés au bloc de bois de charme au moyen de griffes.

Avant d'appliquer les coups, les vis de fixation des bases et des capots sont serrées avec un couple égal aux deux tiers de celui spécifié au tableau 12.

Les échantillons sont montés de façon que le point d'impact se trouve dans le plan vertical de l'axe du pivot.

On fait tomber la pièce de frappe de la hauteur indiquée au tableau 13.

Tableau 13 – Distance de chute pour les essais de choc

Hauteur de chute mm	Partie de l'enveloppe soumise au choc	
	Appareils ordinaires	Autres appareils
100	A et B	A et B
150	C	C
200	D	D

A: parties de la face avant, y compris les parties en retrait.
 B: parties ne dépassant pas de plus de 15 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal, à l'exception des parties A ci-dessus.
 C: parties dépassant de plus de 15 mm mais de moins de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal, à l'exception des parties A ci-dessus.
 D: parties dépassant de plus de 25 mm de la surface de montage (distance du mur) après montage comme en usage normal, à l'exception des parties A ci-dessus.

La hauteur de la chute, déterminée par la partie de l'échantillon qui dépasse le plus de la surface de montage, est appliquée sur toutes les parties de l'échantillon, à l'exception des parties A.

La hauteur de chute est la distance verticale entre la position d'un point de repère lorsque le pendule est libéré et la position de ce même point au moment du choc. Ce point est repéré sur la surface de la pièce de frappe quand la ligne passant par le point d'intersection des axes du tube d'acier du pendule et de la pièce de frappe, perpendiculairement au plan passant par les deux axes, rencontre la surface.

The design of the mounting is such that

- the sample can be so placed that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot,
- the sample can be displaced horizontally and turned about an axis perpendicular to the surface of the plywood,
- the plywood can be turned around a vertical axis.

Flush-type SPDs are mounted in a recess provided in a block of hornbeam or material having similar mechanical characteristics, which is fixed to a sheet of plywood. (They are not tested in their relevant mounting boxes.)

If wood is used for the block, the direction of the wood fibres shall be perpendicular to the direction of the impact.

Flush-type screw fixing SPDs shall be fixed by means of screws to lugs recessed in the block. Flush-type claw fixing SPDs shall be fixed to the block by means of the claws.

Before applying the strikes, fixing screws of bases and covers are tightened with a torque equal to two-thirds of that specified in table 12.

The samples are mounted so that the point of impact lies in the vertical plane through the axis of the pivot.

The striking element is allowed to fall from a height which is specified in the following table 13.

Table 13 – Fall distance for impact requirement

Height of fall mm	Parts of enclosures to be subjected to the impacts	
	Ordinary accessory	Other accessories
100	A and B	A and B
150	C	C
200	D	D
A: parts on the front surface, including parts which are recessed. B: parts which do not project more than 15 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, with the exception of the above parts A. C: parts which project more than 15 mm and not more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, with the exception of the above parts A. D: parts which project more than 25 mm from the mounting surface (distance from the wall) after mounting as in normal use, with the exception of the above parts A.		

The heights of the fall determined by the part of the sample which projects most from the mounting surface is applied on all parts of the sample, with the exception of parts A.

The height of fall is the vertical distance between the position of a checking point when the pendulum is released, and the position of that point at the moment of impact. The checking point is marked on the surface of the striking element where the line through the point of intersection of the axes of the steel tube of the pendulum and the striking element and perpendicular to the plane through both axes, meets the surface.

Les échantillons sont soumis à des coups qui sont également répartis sur leur surface. Les coups ne sont pas appliqués sur les entrées défonçables.

Les coups suivants sont appliqués:

- pour les parties A, cinq coups: un coup au centre. Après avoir déplacé l'échantillon horizontalement: un sur chaque point le plus défavorable entre le centre et les côtés, et un coup sur les points similaires après que l'échantillon a été tourné de 90° autour d'un axe perpendiculaire au contreplaqué;
- pour les parties B (pour autant que cela soit applicable), C et D, quatre coups:
 - un coup sur un côté de l'échantillon après que la feuille de contreplaqué a été tournée de 60° et un coup sur un autre côté de l'échantillon après qu'il a été tourné de 90° autour de son axe perpendiculaire à la feuille de contreplaqué, gardant la position de la feuille de contreplaqué inchangée;
 - un coup sur chacun des deux autres côtés de l'échantillon, la feuille de contreplaqué ayant été tournée de 60° dans la direction opposée.

Après l'essai, l'échantillon ne doit pas présenter de détérioration au sens de la présente norme. En particulier, les parties sous tension ne doivent pas devenir accessibles au doigt d'épreuve normalisé.

Une détérioration de l'état de surface, de petites ébréchures qui ne réduisent pas les lignes de fuite ou les distances dans l'air et de petits éclats qui ne mettent pas en cause la protection contre les chocs électriques ou les effets nuisibles dus à la pénétration de l'eau ne sont pas retenus.

Les craquelures qui ne sont pas visibles par une vue normale ou corrigée sans grossissement supplémentaire et les craquelures superficielles dans les pièces moulées renforcées au moyen de fibres et d'autres pièces analogues ne sont pas retenues.

The samples are subjected to strikes which are evenly distributed over the samples. The strikes are not applied to "knock-out" areas.

The following blows are applied:

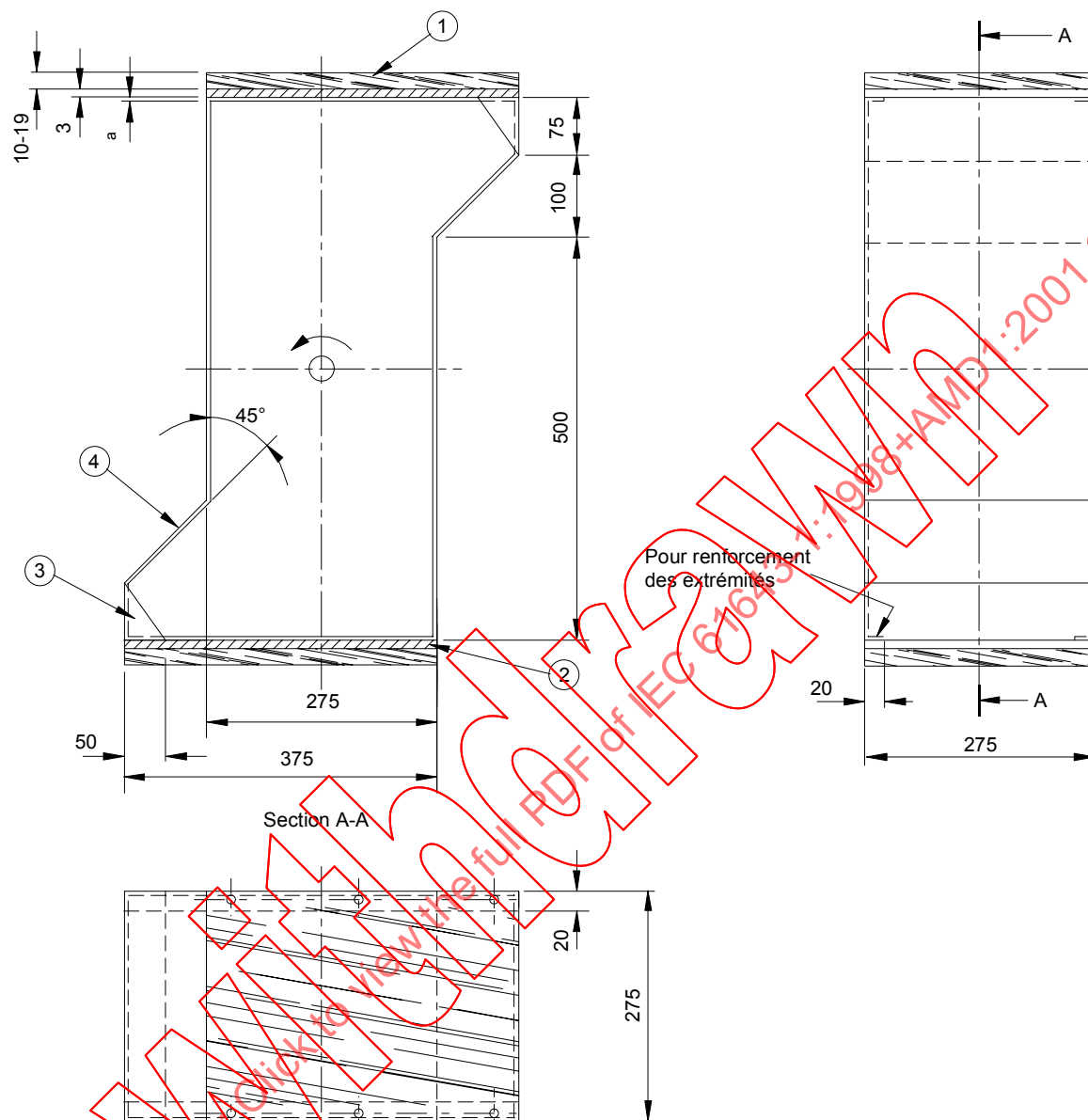
- for parts A, five strikes: one in the centre. After the sample has been moved horizontally: one each on the unfavourable points between the centre and the edges; and then, after the sample has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood, one each on similar points;
- for parts B (as far as applicable), C and D, four blows:
 - one on one side of the sample after the plywood sheet has been turned 60° and one blow on another side of the sample after it has been turned 90° about its axis perpendicular to the plywood sheet, keeping the position of the plywood sheet unchanged;
 - one blow on each of the other two sides of the sample, with the plywood sheet turned 60° in the opposite direction.

After the test, the sample shall show no damage within the meaning of the standard. In particular, live parts shall not become accessible with the standard test finger.

Damage to the finish, small dents which do not reduce creepage distances or clearances and small chips which do not adversely affect the protection against electric shock or harmful ingress of water are neglected.

Cracks, not visible with the normal or corrected vision, without additional magnification, and surface cracks in fibre reinforced mouldings and the like, are ignored.

7.9.2.2 Les parafoudres mobiles sont essayés dans le tambour tournant représenté à la figure 11.



Dimensions en millimètres

Légende

1 Plaque de bois

2 Acier

3 Caoutchouc

4 Plaque de plastic laminé

^a Le corps du tambour tournant est fait d'une plaque d'acier de 1,5 mm d'épaisseur.

Figure 11 – Tambour tournant