

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage surge protective devices –
Part 01: General Requirements and test methods**

**Parafoudres basse tension –
Partie 01: Exigences générales et méthodes d'essai**

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2024 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester. If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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'IEC ou du Comité national de l'IEC du pays du demandeur. Si vous avez des questions sur le copyright de l'IEC ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de l'IEC de votre pays de résidence.

IEC Secretariat
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
info@iec.ch
www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigendum or an amendment might have been published.

IEC publications search - webstore.iec.ch/advsearchform

The advanced search enables to find IEC publications by a variety of criteria (reference number, text, technical committee, ...). It also gives information on projects, replaced and withdrawn publications.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details all new publications released. Available online and once a month by email.

IEC Customer Service Centre - webstore.iec.ch/csc

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please contact the Customer Service Centre: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Discover our powerful search engine and read freely all the publications previews, graphical symbols and the glossary. With a subscription you will always have access to up to date content tailored to your needs.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary on electrotechnology, containing more than 22 500 terminological entries in English and French, with equivalent terms in 25 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

A propos de l'IEC

La Commission Electrotechnique Internationale (IEC) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des Normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications IEC

Le contenu technique des publications IEC est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

Recherche de publications IEC -

webstore.iec.ch/advsearchform

La recherche avancée permet de trouver des publications IEC en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études, ...). Elle donne aussi des informations sur les projets et les publications remplacées ou retirées.

IEC Just Published - webstore.iec.ch/justpublished

Restez informé sur les nouvelles publications IEC. Just Published détaille les nouvelles publications parues. Disponible en ligne et une fois par mois par email.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions contactez-nous: sales@iec.ch.

IEC Products & Services Portal - products.iec.ch

Découvrez notre puissant moteur de recherche et consultez gratuitement tous les aperçus de publications, symboles graphiques et le glossaire. Avec un abonnement, vous aurez toujours accès à un contenu à jour adapté à vos besoins.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire d'électrotechnologie en ligne au monde, avec plus de 22 500 articles terminologiques en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 25 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Low-voltage surge protective devices –
Part 01: General Requirements and test methods**

**Parafoudres basse tension –
Partie 01: Exigences générales et méthodes d'essai**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.240.10

ISBN 978-2-8322-4974-1

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols.....	11
3.1 Terms and definitions.....	11
3.2 Abbreviated terms and symbols	22
4 Classification.....	23
4.1 General.....	23
4.2 Number of ports	23
4.2.1 One	23
4.2.2 Two	23
4.3 SPD design.....	23
4.3.1 Voltage switching.....	23
4.3.2 Voltage limiting.....	23
4.3.3 Combination	23
4.4 Mode of protection design.....	23
4.4.1 Voltage switching.....	23
4.4.2 Voltage limiting.....	23
4.4.3 Combination	23
4.5 Type of SPD	24
4.6 Environment	24
4.6.1 Indoor.....	24
4.6.2 Outdoor	24
4.6.3 Non submersible SPDs.....	24
4.6.4 Submersible SPDs.....	24
4.7 Accessibility.....	24
4.7.1 Accessible	24
4.7.2 Inaccessible	24
4.8 Mounting method	24
4.8.1 Fixed.....	24
4.8.2 Portable.....	24
4.9 Location of disconnecter (including overcurrent protection).....	25
4.9.1 Internal.....	25
4.9.2 External.....	25
4.9.3 Both (internal and external)	25
4.9.4 None	25
4.10 Degree of protection provided by enclosures according to IEC 60529 (IP code)	25
4.11 Temperature and humidity range.....	25
4.11.1 Normal.....	25
4.11.2 Extended	25
4.12 SPD modes of protection	25
4.12.1 SPD providing a single mode of protection	25
4.12.2 Multimode SPD.....	25
4.13 End-of-life mode of the SPDA	25
4.13.1 Open-circuit mode (OCM).....	25

4.13.2	Short-circuit mode (SCM)	25
4.14	Short-Circuit protection function for OCM end-of-life mode	25
4.14.1	Internal	25
4.14.2	External	26
5	Void	26
6	Marking and other product information	26
6.1	General	26
6.2	List of items	26
6.3	Information about status indicator	28
7	Service conditions	28
7.1	Voltage	28
7.2	Air pressure and altitude	29
7.3	Temperatures	29
7.4	Humidity	29
8	Requirements	29
8.1	General requirements	29
8.2	Marking	29
8.3	Electrical requirements	30
8.3.1	Protection against electric shock	30
8.3.2	Continuous current I_C	30
8.3.3	Protective conductor current I_{PE}	30
8.3.4	Measured limiting voltage	31
8.3.5	Operating duty	31
8.3.6	Safety performance of overstressed SPDs	31
8.3.7	Insulation resistance	32
8.3.8	Dielectric withstand	33
8.3.9	Behaviour under temporary overvoltages	33
8.4	Mechanical requirements	33
8.4.1	General	33
8.4.2	Screws, current carrying parts and connections	33
8.4.3	External connections	33
8.4.4	Air clearances and creepage distances	35
8.4.5	Mechanical strength	35
8.5	Environmental and material requirements	35
8.5.1	Protection provided by enclosure (IP code)	35
8.5.2	Heat resistance	35
8.5.3	Resistance to abnormal heat and fire	35
8.5.4	Tracking resistance	36
8.5.5	Ageing behaviour under damp heat	36
8.5.6	Electromagnetic compatibility	36
8.6	Additional requirements for specific SPD designs	36
8.6.1	Two port SPDs and one port SPDs with separate input/output connections	36
8.6.2	Environmental stress for outdoor SPDs	37
8.6.3	SPDs with electrically separated circuits	37
8.6.4	Total Discharge Current I_{Total} , if declared by the manufacturer	37
8.6.5	Two port SPDs	37
8.6.6	Short-circuiting SPDs	38

8.7	Routine and acceptance tests	38
9	Tests	38
9.1	Type testing procedures	38
9.1.1	General	38
9.1.2	Impulse discharge current	43
9.1.3	8/20 current impulse	44
9.1.4	1,2/50 voltage impulse	45
9.1.5	Combination wave	45
9.2	Indelibility of markings	47
9.3	Electrical tests	48
9.3.1	Protection against direct contact	48
9.3.2	Continuous current I_C	48
9.3.3	Protective conductor current I_{PE}	49
9.3.4	Measured limiting voltage	49
9.3.5	Operating duty test	52
9.3.6	Safety performance of overstressed SPDs	58
9.3.7	Insulation resistance	65
9.3.8	Dielectric withstand	66
9.3.9	Behaviour under temporary overvoltages (TOVs)	73
9.4	Mechanical tests	73
9.4.1	General	73
9.4.2	Reliability of screws, current-carrying parts and connections	73
9.4.3	Tests for external connections for copper conductors	75
9.4.4	Verification of air clearances and creepage distances	78
9.4.5	Mechanical strength	83
9.5	Environmental and material tests	86
9.5.1	Resistance to ingress of solid objects and to harmful ingress of water	86
9.5.2	Heat resistance	86
9.5.3	Resistance to abnormal heat and fire	88
9.5.4	Tracking resistance	89
9.5.5	Life test under damp heat	89
9.6	Additional tests for specific SPD designs	89
9.6.1	Tests for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output connections	89
9.6.2	Environmental tests for outdoor SPDs	95
9.6.3	SPDs with separated circuits	96
9.6.4	Total discharge current test for multimode SPDs	96
9.6.5	Tests for two port SPDs only	96
Annex A (normative)	Routine and acceptance tests	99
A.1	Routine tests	99
A.2	Acceptance tests	99
Annex B (normative)	Tests to determine on SPD modes of protection with or without follow current	100
B.1	SPDs modes of protection and follow current	100
B.2	Follow current determination for SPD's combination mode of protection according to 4.4.3.1	100
Annex C (normative)	Temperature rise limits	101
Annex D (normative)	Environmental tests for outdoor SPDs	103

D.1	Non submersible SPDs	103
D.1.1	Accelerated aging test with UV radiation.....	103
D.1.2	Temperature cycling test	103
D.1.3	Verification of resistance to corrosion	104
D.2	Submersible SPDs	104
D.2.1	Water immersion test.....	104
D.2.2	Dielectric test	105
Annex E (normative)	Short-circuiting SPDs	106
E.1	General.....	106
E.2	Transition surge current rating test	106
E.2.1	General	106
E.2.2	Test to reach the short-circuit mode of a short-circuiting SPD	107
E.2.3	Impulse withstand test (in short-circuited condition)	107
Annex F (normative)	Reduced test procedure for series connection of SPD's modes of protection	108
F.1	General.....	108
F.2	Reduced test procedure	108
Annex G (normative)	Test procedures for SPDs according to 4.14.1.4	109
G.1	General.....	109
G.2	Sample preparation and preconditioning for the short-circuit current behaviour test	109
G.2.1	Sample preparation	109
G.2.2	Preconditioning procedure	110
G.2.3	Pass criteria	111
G.3	Specific overstress test.....	111
G.3.1	Sample preparation	111
G.3.2	General test procedure.....	112
G.3.3	Pass criteria	113
Bibliography		114
Figure 1	– I/U characteristics for linear power source.....	39
Figure 2	– Metallic screen test setup.....	41
Figure 3	– Example of a decoupling network for single-phase power.....	46
Figure 4	– Example of a decoupling network for three-phase power	47
Figure 5	– Alternate test for the measured limiting voltage	47
Figure 6	– Flow chart of testing to check the voltage protection level U_p	50
Figure 7	– Flow chart for the operating duty tests according 9.3.5.3, 9.3.5.4 and 9.3.5.6	53
Figure 8	– Example of test set-up for operating duty test	54
Figure 9	– Operating duty test timing diagram for T1 SPDs and T2 SPDs	55
Figure 10	– Additional duty test timing diagram for T1 SPD.....	56
Figure 11	– Flow chart for the additional test for SPDs with follow current	57
Figure 12	– Example for test circuit for thermal protection test.....	61
Figure 13	– Test apparatus for impact test.....	83
Figure 14	– Striking element of the pendulum hammer.....	84
Figure 15	– Ball pressure test arrangement.....	87
Figure 16	– Pressure ball of loading device.....	87

Figure 17 – Examples of appropriate test circuits for the rated load current test.....	91
Figure 18 – Examples for appropriate test circuits of the load side short-circuit test(s).....	95
Figure 19 – Example of test set-up for load side surge operating duty test.....	97
Figure E.1 – Differences in test procedure for short circuiting SPDs.....	106
Figure G.1 – Sample preparation for preconditioning test.....	110
Figure G.2 – Example of test setup for preconditioning	110
Figure G.3 – Example of test setup for specific overstress test	112
Figure G.4 – Typical timing diagram for specific overstress test	113
Table 1 – List of abbreviated terms and symbols.....	22
Table 2 – Type of SPD	24
Table 3 – Pass criteria for type tests	42
Table 4 – Example parameters for impulse discharge current	44
Table 5 – Tests to be performed to determine the measured limiting voltage	51
Table 6 – Prospective short circuit current to be applied depending on the maximum overcurrent protection specified, for fuses of the gG type.....	63
Table 7 – Dielectric impulse withstand test voltages for SPD main circuits	67
Table 8 – Dielectric AC test voltages for SPD main circuits.....	68
Table 9 – Dielectric AC test voltages for SPD main circuits.....	68
Table 10 – Dielectric impulse withstand test voltages for separated circuits	69
Table 11 – Dielectric AC test voltages for separated circuits	70
Table 12 – Dielectric AC test voltages for separated circuits	71
Table 13 – Dielectric AC test voltages between circuits with protective separation (double/reinforced insulation) according to 9.3.7.2 c) and d)	72
Table 14 – Impulse test voltages for verifying clearances at different altitudes	73
Table 15 – Screw thread diameters and applied torques	74
Table 16 – Cross-sections of copper conductors for screw-type or screwless terminals	75
Table 17 – Conductor dimensions	76
Table 18 – Pulling forces (screw terminals and bolted connections).....	76
Table 19 – Pulling forces (screwless terminals).....	77
Table 20 – Air clearances for SPD main circuit(s)	79
Table 21 – Air clearances for electrically separated circuits	80
Table 22 – Creepage distances for SPDs.....	81
Table 23 – Relationship between material groups and classifications.....	82
Table 24 – Fall distances for impact requirements	85
Table 25 – Test conductors for rated load current test	92
Table 26 – Trip current factor k for overload behaviour	93
Table 27 – Tolerances for proportional impulse currents	96
Table C.1 – Temperature-rise limits	102
Table F.1 – Reduced test procedure for the mode of protection provided by a series connection of modes of protection according to F.1	108

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –**Part 01: General requirements and test methods**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 61643-01 has been prepared by subcommittee SC37A Low-voltage surge protective devices, of IEC technical committee 37: Surge arresters. It is an International Standard.

This document, together with IEC 61643-11:—¹ (second edition), cancels and replaces the first edition of IEC 61643-11 published in 2011. This edition constitutes a technical revision.

¹ Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/AFDIS 61643-11:2024.

This edition includes the following significant technical changes with respect to the first edition of IEC 61643-11:

- a) Clarification on test application either to a complete SPD, to a "mode of protection", or to a complete "SPD assembly";
- b) Additional measurement of voltage protection level on "combined modes of protection" between live conductors and PE (see new Annex F);
- c) Additional duty test for T1 SPD and T2 SPD with follow current to check for increased follow current at lower impulse current amplitude (see 9.3.5.5);
- d) Modified and amended short circuit current test requirements to better cover up-to-date internal SPD disconnecter technologies (see 9.3.6.3);
- e) Improved dielectric test requirements for the SPD's main circuits and added dielectric test requirements for "electrically separated circuits" (see 9.3.7 and 9.3.8);
- f) Additional clearance requirements for "electrically separated circuits" (see 9.4.4);
- g) Additional information and details for SPDs for DC installations.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
37A/419/FDIS	37A/422/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

A list of all parts in the IEC 61643 series, published under the general title *Low-voltage surge protective devices*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

It has been assumed in the drafting of this International Standard that the execution of its provisions is entrusted to appropriately qualified and experienced persons.

This document is a product family standard dealing with the safety and performance of Surge Protective Devices (SPDs) and takes precedence over horizontal and generic standards covering the same subject.

This part of IEC 61643 addresses the general safety and performance tests for SPDs.

This document recognizes the internationally accepted level of protection against hazards such as electrical, mechanical, thermal, fire and radiation of SPDs when operated as in normal use taking into account the manufacturer's instructions. It also covers abnormal situations that can be expected in practice.

This document takes into account the requirements of IEC 60364 as far as possible so that there is compatibility with the wiring rules when the SPD is connected to the supply mains. However, national wiring rules might differ.

If the intended applications of an SPD are covered by different parts of the IEC 61643-X1 series of standards, all relevant parts are applied.

This document is only to be applied together with the latest edition of one or more of the subsequent parts of the IEC 61643-X1 series of standards.

SPDs containing additional features or functions not addressed in this document and the relevant subsequent part(s) can require additional consideration and tests to ensure the main SPD function is not adversely affected and no hazards can arise from these additional features or functions. If appropriate standards exist to cover such functions, they are to be applied.

There are three SPD Types for SPDs intended to be installed in power systems:

T1 SPDs are subjected to impulses simulating conducted partial lightning currents.

T2 SPDs and T3 SPDs are subjected to impulses of shorter duration.

LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –

Part 01: General requirements and test methods

1 Scope

This part of IEC 61643 contains the common requirements for all SPDs.

This document is applicable to devices for surge protection against indirect and direct effects of lightning or other transient overvoltages, hereafter referred to as Surge Protective Devices (SPDs).

SPDs are intended to be connected to circuits or equipment rated up to 1 000 V AC (RMS) or 1 500 V DC. Performance and safety requirements, tests and ratings are specified in this document. SPDs contain at least one nonlinear component and are intended to limit surge voltages and divert surge currents.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60060-1:2010, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-11:2021, *Environmental testing – Part 2-11: Tests – Test Ka: Salt mist*

IEC 60068-2-14:2023, *Environmental testing – Part 2-14: Tests – Test N: Change of temperature*

IEC 60068-2-30:2005, *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*

IEC 60068-2-78:2012, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60099-4:2014, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials*

IEC 60269 (all parts), *Low-voltage fuses*

IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)*

IEC 60664-1:2020, *Insulation coordination for equipment within low-voltage supply systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60695-2-11:2021, *Fire hazard testing – Part 2-11: Glowing/hot-wire based test methods – Glow-wire flammability test method for end products (GWEPT)*

IEC 60695-10-2:2014, *Fire hazard testing – Part 10-2: Abnormal heat – Ball pressure test method*

IEC 60898(all parts), *Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations*

IEC 60947-2:2016, *Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61000 (all parts), *Electromagnetic compatibility (EMC)*

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

IEC 61210:2010, *Connecting devices – Flat quick-connect terminations for electrical copper conductors – Safety requirements*

IEC TR 61643-03:2024, *Low-voltage surge protective devices – Part 03: SPD testing guide*

IEC 61643-11:—², *Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to AC low-voltage power systems – Requirements and test methods*

3 Terms, definitions, abbreviated terms and symbols

For the purposes of this document, the following terms, definitions, abbreviated terms and symbols apply.

ISO and IEC maintain terminology databases for use in standardization at the following addresses:

- IEC Electropedia: available at <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: available at <https://www.iso.org/obp>

3.1 Terms and definitions

3.1.1

1,2/50 voltage impulse

voltage impulse with a nominal virtual front time of 1,2 μ s and a nominal time to half-value of 50 μ s

Note 1 to entry: IEC 60060-1 provides the voltage impulse definitions of front time, time to half-value and waveshape.

3.1.2

8/20 current impulse

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

Note 1 to entry: IEC 62475 provides the current impulse definitions of front time, time to half-value and waveshape.

² Under preparation. Stage at the time of publication: IEC/AFDIS 61643-11:2024.

3.1.3

acceptance test

contractual test to prove to the customer that the item meets certain conditions of its specification

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23]

3.1.4

combination SPD

SPD that contains either at least one combination mode of protection or at least one voltage limiting mode of protection and one voltage switching mode of protection

3.1.5

combination mode of protection

mode of protection that incorporates both, voltage switching components and voltage limiting components

3.1.6

combination wave

wave characterized by defined voltage amplitude (U_{OC}) and waveshape under open-circuit conditions and a defined current amplitude (I_{CW}) and waveshape under short-circuit conditions

Note 1 to entry: The voltage amplitude, current amplitude and waveform that is delivered to the SPD are determined by the combination wave generator (CWG) impedance Z_f and the impedance of the DUT.

3.1.7

combination wave generator short-circuit current

I_{CW}

prospective short-circuit current of the combination wave generator, at the point of connection of the device under test

Note 1 to entry: When the SPD is connected to the combination wave generator, the current that flows through the device is generally less than I_{CW} .

3.1.8

continuous current

I_C

current flowing through the SPD's mode of protection while energized at U_{test}

3.1.9

current path

electrical path intended to conduct at least part of an impulse current applied to an SPD's mode of protection

Note 1 to entry: An SPD's mode of protection may contain only one current path or several current paths, when voltage limiting and/or voltage switching components are connected in parallel.

Note 2 to entry: Examples are provided in Annex B of IEC TR 61643-03:2024.

3.1.10

decoupling network

electrical circuit intended to prevent surge energy from being propagated to the power network during energized testing of SPDs

Note 1 to entry: This electrical circuit is sometimes called a "back filter".

3.1.11

degradation (of performance)

undesired permanent departure in the operational performance of equipment or a system from its intended performance

3.1.12**degree of protection of enclosure****IP**

classification preceded by the symbol IP indicating the extent of protection provided by an enclosure against access to hazardous parts, against ingress of solid foreign objects and possibly harmful ingress of water

3.1.13**PE connection**

connection provided on an SPD and intended for the electric connection with the earthing arrangement

3.1.14**electrically separated circuit**

electric circuit which is provided with terminations for connection to external circuits and insulated from the SPD main circuit(s) according to the requirements for simple or for protective separation

Note 1 to entry: Electrical circuits not provided with at least simple or even protective separation from the SPD main circuit(s) are considered as part of the main circuit(s).

3.1.15**extra-low voltage****ELV**

voltage not exceeding the maximum value of the prospective touch voltage which is permitted to be maintained indefinitely under specified conditions of external influences

Note 1 to entry: According to IEC 61140, values for ELV stands for voltages below or equal to 50 V AC or 120 V DC.

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.16**flush-mounted**

adjective qualifying a device mounted into a recess in a mechanical structure so that the shape of the mounting surface remains essentially unchanged

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-40]

3.1.17**follow current** **I_f**

peak current supplied by the electrical power system and flowing through the SPD after a discharge current impulse

3.1.18**highest crest value of measured voltages** **$U_{\max}$**

highest value of voltage measured between the connections of the SPD during the application of impulses of specified waveshape and amplitude

3.1.19**impulse discharge current** **I_{imp}**

crest value of a discharge current through an SPD's mode of protection with specified charge transfer Q and specified specific energy W/R in the specified time

Note 1 to entry: This is used to characterize T1 SPDs or category D1 (IEC 61643-21) tested SPDs.

3.1.20

isolation

disconnection providing adequate insulation between electrical equipment, a system, an installation or part of an installation and their energy sources

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-23]

3.1.21

live part

conductive part intended to be energized under normal operating conditions, including the neutral conductor and mid-point conductor, but excluding the PEN conductor, PEM conductor and PEL conductor

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19]

3.1.22

load-side surge withstand capability (for a two-port SPD)

ability of a two-port SPD to withstand surges on the output connections originating in circuitry downstream of the SPD

3.1.23

maximum continuous operating voltage

U_C

maximum voltage, which may be continuously applied to the SPD's mode of protection

Note 1 to entry: U_C may exceed 1 000 V AC or 1 500 V DC.

3.1.24

maximum discharge current

I_{max}

crest value of a current through a T2 SPD's mode of protection having an 8/20 current impulse and magnitude according to the manufacturer's specification, which is equal to or greater than

I_n

Note 1 to entry: I_{max} can be withstood at least once.

3.1.25

means for short-circuiting the SPD

SC-means

internal method for short-circuiting an SPD under specified conditions, with a current carrying capacity equal to the short-circuit current rating I_{SCCR} of the SPD

3.1.26

measured limiting voltage

highest value of voltage measured between the connections of the SPD during the application of impulses of specified waveshape and amplitude

3.1.27

minimum short-circuit current rating

$I_{SCCRMIN}$

minimum prospective short-circuit current from the power system for which the SPD, in conjunction with the internal disconnector(s), is rated

3.1.28**mode of protection**

intended circuitry between two connections, that contains one or more protective components, declared by the manufacturer

Note 1 to entry: Additional connections may be included within this circuitry.

Note 2 to entry: Such modes may be line to line, line to neutral, line to PE, neutral to PE, plus to minus, plus to PE and minus to PE.

Note 3 to entry: Examples are provided in Annex B of IEC TR 61643-03:2024.

3.1.29**multimode SPD**

SPD with more than one mode of protection, or a set of electrically interconnected SPDs offered as a unit

3.1.30**nominal discharge current** I_n

crest value of an 8/20 current impulse through an SPD's mode of protection

Note 1 to entry: This current impulse can be withstood multiple times.

Note 2 to entry: This is used to characterize T2 SPDs or category E1 (IEC 61643-21) tested SPDs.

3.1.31**nominal varistor voltage** U_{1mA}

voltage across the MOV measured at 1 mA DC

3.1.32**nominal voltage of a system**

suitable approximate value of voltage used to designate or identify a system

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.1.33**one-port SPD**

SPD having no intended series impedance

Note 1 to entry: A one-port SPD may have separate input and output connections.

Note 2 to entry: Overcurrent protection devices e.g. fuses or CBs are not considered as specific intended series impedance.

3.1.34**open-circuit mode****OCM**

end-of-life behaviour whereby an SPDA changes to a permanent high impedance or open-circuit state under specified conditions

Note 1 to entry: A low impedance intermediate state is possible for a limited time until the final end-of-life mode is reached.

3.1.35**open-circuit voltage** U_{oc}

open-circuit voltage of the combination wave generator at the point of connection of the device under test

Note 1 to entry: This is used to characterize T3 SPDs.

3.1.36

ordinary person

person who is neither a skilled person nor an instructed person

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-04-03]

3.1.37

output contact

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

3.1.38

overvoltage category

numeral defining a transient overvoltage condition

Note 1 to entry: Further information on overvoltage categories is provided in IEC 60364-4-443.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-02, modified – addition of Note 1 to entry]

3.1.39

PELV system

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, except earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: PELV is the abbreviation for protective extra-low voltage.

Note 2 to entry: PELV has protective separation from all circuits other than PELV, SELV or earth.

[SOURCE: IEC 60050-826:2022, 826-12-32]

3.1.40

PEM conductor

PEM

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a mid-point conductor

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-13]

3.1.41

PEN conductor

PEN

conductor combining the functions of both a protective earthing conductor and a neutral conductor

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-12]

3.1.42

prospective short-circuit current

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

3.1.43**protective conductor****PE**

conductor provided for purposes of electrical safety

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-09]

3.1.44**protective conductor current** **I_{PE}**

current expected to flow through the PE connection of the SPD

3.1.45**(electrically) protective separation**

separation of one electric circuit from another by means of:

- double insulation; or
- basic insulation and electrically protective screening (shielding); or
- reinforced insulation

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.24]

3.1.46**rated load current** **I_L**

maximum current that can be continuously conducted between the input and the output connections of the SPD

Note 1 to entry: This current does not influence the impedance of current-limiting components.

3.1.47**residual current device****RCD**

mechanical switching device or association of devices designed to make, carry and break currents under normal service conditions and to cause the opening of the contacts when the residual current attains a given value under specified conditions

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-02]

3.1.48**residual voltage** **U_{res}**

crest value of voltage measured between the connections of the SPD during the passage of discharge current

3.1.49**routine test**

conformity test made on each individual item during or after manufacture

[SOURCE: IEC 60050-151:2001; 151-16-17]

3.1.50**SELV system**

electric system in which the voltage cannot exceed the value of extra-low voltage:

- under normal conditions and
- under single fault conditions, including earth faults in other electric circuits

Note 1 to entry: SELV is the abbreviation for safety extra-low voltage.

Note 2 to entry: SELV has simple separation from PELV, other SELV systems and earth, and protective separation from all other circuits.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-28 modified – addition of Note 2 to entry]

3.1.51**short-circuit current rating** **I_{SCCR}**

maximum prospective short-circuit current from the power system for which the SPD, in conjunction with any external disconnector(s) specified, is rated

Note 1 to entry: The term SPD includes internal disconnectors as well as any internal SC-means which are part of the SPD.

3.1.52**short-circuit mode****SCM**

end-of-life behaviour whereby an SPDA changes to an intended permanent low impedance or short-circuit state under specified conditions

3.1.53**short-circuiting SPD**

SPD which changes its characteristic by an SC-means to an intentional internal short-circuit due to an impulse according to the transition surge current rating

3.1.54**simple separation**

separation between electric circuits or between an electric circuit and local earth by means of basic insulation

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-30]

3.1.55**skilled person****electrically skilled person**

person with relevant education and experience to enable him or her to perceive risks and to avoid hazards that electricity can create

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-04-01]

3.1.56**sparkover voltage**

maximum voltage value at which the sudden change from high to low impedance starts for a voltage switching SPD or combination SPD

3.1.57**SPD assembly****SPDA**

one SPD or a set of SPDs, in both cases including all SPD disconnectors required by the SPD manufacturer, providing the required overvoltage protection for a type of system earthing

[SOURCE: IEC 60364-5-53:2019, 530.3.8]

3.1.58**SPD disconnector**

disconnector

device for disconnecting an SPD, or part of an SPD, from the power system in the event of SPD end-of-life

Note 1 to entry: This disconnecting device is not required to have isolating capability for safety purposes. It is to prevent a persistent fault on the system and is used to give an indication of an SPD's end-of-life. Disconnectors can be internal (built in) or external (required by the manufacturer). There may be more than one disconnector function, for example an over-current protection function and a thermal protection function. These functions may be in separate units.

3.1.59**specific energy for T1 SPD test**

W/R

energy dissipated by a unit resistance of $1\ \Omega$ with the impulse discharge current I_{imp}

Note 1 to entry: This is equal to the time integral of the square of the current ($W/R = \int i^2 dt$).

3.1.60**status indicator**

means to indicate the operational status of an SPD, an SPD disconnector, an SPDA or a part of an SPD

Note 1 to entry: Such indicators may be local with visual and/or audible alarms and/or may have remote signalling and/or output contact capability.

3.1.61**surge protective device****SPD**

device that contains at least one nonlinear component that is intended to limit surge voltages and divert surge currents

Note 1 to entry: An SPD is a complete unit or device, having appropriate connecting means.

Note 2 to entry: Secondary functions may be incorporated, such as current-limiting function.

Note 3 to entry: Nonlinearity may be caused by frequency change.

Note 4 to entry: The IEC 61643-3xx series of standards covers surge protective components.

3.1.62**temporary overvoltage test value**

U_T

test voltage applied to the SPD for a specific duration t_T , to simulate the stress under temporary overvoltage (TOV) conditions

3.1.63**test current**

I_{test}

test current derived from specific application conditions

Note 1 to entry: This parameter is only used for test purposes.

3.1.64 test voltage

U_{test}

test voltage derived from the system voltage

Note 1 to entry: This parameter is only used for test purposes.

3.1.65 thermal equilibrium

state reached when the temperature of the parts of a component or equipment operating in a given environment no longer varies faster than a specified limit

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-33]

3.1.66 thermal stability

condition of the SPD when the current flowing into the SPD or the power dissipation does not increase during a defined time of application of the maximum continuous operating voltage U_C

3.1.67 total discharge current

I_{Total}

current which flows through the PE connection of a multimode SPD during the total discharge current test

Note 1 to entry: The aim is to take into account cumulative effects that occur when multiple modes of protection of a multimode SPD conduct at the same time.

Note 2 to entry: I_{Total} is particularly relevant for T1 SPDs and is used for the purpose of lightning protection equipotential bonding according to IEC 62305 series.

Note 3 to entry: This is sometimes called "Total surge current".

Note 4 to entry: The PE connection is sometimes called "common connection C".

Note 5 to entry: A multimode SPD is sometimes called multi-connection SPD.

3.1.68 transition surge current rating

I_{trans}

crest value of an 8/20 current impulse for T2 SPD or an impulse discharge current for T1 SPD, that will force a short-circuiting SPD into an intended short-circuit

3.1.69 two-port SPD

SPD having a specific series impedance connected between separate input and output connections

3.1.70 type of SPD

3.1.70.1

T1 SPD

SPD that is tested with the impulse discharge current I_{imp} , with an 8/20 current impulse having a crest value equal to the crest value of I_{imp} , and, if relevant, with a 1,2/50 voltage impulse

Note 1 to entry: This was called class I test in IEC 61643-11:2011.

3.1.70.2**T2 SPD**

SPD that is tested with the nominal discharge current I_n , and, if relevant, with a 1,2/50 voltage impulse

Note 1 to entry: This was called class II test in IEC 61643-11:2011.

3.1.70.3**T3 SPD**

SPD that is tested with the combination wave with an open circuit voltage U_{OC}

Note 1 to entry: This was called class III test in IEC 61643-11:2011.

3.1.71**type test**

conformity test made on one or more items representative of the production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.1.72**voltage fluctuation**

series of voltage changes or a continuous variation of the RMS or peak value of the voltage

3.1.73**voltage limiting SPD****voltage clamping SPD**

SPD that contains only voltage limiting mode(s) of protection (voltage clamping mode(s) of protection)

Note 1 to entry: The term voltage limiting SPD is used in the power area.

Note 2 to entry: The term voltage clamping SPD is used in the Telecom and signalling area.

3.1.74**voltage limiting mode of protection****voltage clamping mode of protection**

mode of protection that has a high shunt impedance when no surge is present, but will reduce it continuously with increased surge current and voltage

Note 1 to entry: Common examples of components used in voltage limiting mode of protection are varistors (e.g. MOVs) and avalanche breakdown diodes (ABDs). These are sometimes called "clamping" components.

Note 2 to entry: The term voltage clamping mode of protection is used in IEC 61643-21.

3.1.75**voltage protection level**

U_p

maximum voltage to be expected at the SPD connections due to an impulse stress with defined voltage steepness and an impulse stress with a discharge current with given amplitude and waveshape

3.1.76**voltage rate of rise (of a two-port SPD)**

rate of change of voltage with time measured at the output connections of a two port SPD under specified test conditions

3.1.77**voltage switching SPD**

SPD that contains only voltage switching mode(s) of protection

3.1.78**voltage switching mode of protection**

mode of protection that has a high impedance when no surge is present, but can have a sudden reduction in impedance in response to a voltage surge

Note 1 to entry: Common examples of components used in voltage switching modes of protection are spark gaps, gas discharge tubes (GDTs) and thyristor surge suppressors (TSS).

3.2 Abbreviated terms and symbols

Table 1 provides the list of abbreviated terms and symbols used in this document.

Table 1 – List of abbreviated terms and symbols

Abbreviated term/symbol	Description	Definition/subclause
General acronyms and symbols		
ABD	avalanche breakdown diode	8.3.6.2
CWG	combination wave generator	3.1.6
DUT	device under test	General
IP	degree of protection of enclosure	3.1.12
k	trip current factor for overload behaviour	Table 26
PE	terminal/connection for a protective conductor	3.1.43
PEM	terminal/connection for a PEM conductor	3.1.40
PEN	terminal/connection for a PEN conductor	3.1.41
RCD	residual current device	3.1.47
SELV	safety extra-low voltage	3.1.50
PELV	protective extra-low voltage	3.1.39
SPC	surge protective component	4.14.1.4
SPD	surge protective device	3.1.61
SPDA	SPD assembly	3.1.57
T_1 , T_2 and/or T_3	product marking for T1 SPD, T2 SPD and/or T3 SPD	6.2.2)
TOV	temporary overvoltage	General
W/R	specific energy for T1 SPD test	3.1.59
Z_f	fictive impedance (of combination wave generator)	9.1.5.1 c)
Acronyms and symbols related to voltage		
U_{1mA}	nominal varistor voltage	3.1.31
U_C	maximum continuous operating voltage	3.1.23
U_{max}	highest crest value of measured voltages (used for clearance determination)	3.1.18
U_{OC}	open circuit voltage of the combination wave generator	3.1.35
U_P	voltage protection level	3.1.75
U_{res}	residual voltage	3.1.48
U_T	temporary overvoltage test value	3.1.62
U_{test}	test voltage	3.1.64

Abbreviated term/symbol	Description	Definition/subclause
Acronyms and symbols related to current		
I_{CW}	short-circuit current of the combination wave generator	3.1.7
I_C	continuous current	3.1.8
I_f	follow current	3.1.17
I_{imp}	impulse discharge current for T1 SPD test	3.1.19
I_L	rated load current	3.1.46
I_{max}	maximum discharge current	3.1.24
I_n	nominal discharge current for T2 SPD test	3.1.30
I_P	prospective short-circuit current of the power supply	3.1.42
I_{PE}	protective conductor current	3.1.44
I_{SCCR}	short-circuit current rating	3.1.51
$I_{SCCRMIN}$	minimum short-circuit current rating	3.1.27
I_{test}	test current	3.1.63
I_{Total}	total discharge current for multimode SPDs	3.1.67
I_{trans}	transition surge current rating	3.1.68
Acronyms and symbols related to time		
t_T	TOV application time for testing	3.1.62 and 9.3.9 of subsequent parts

4 Classification

4.1 General

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

4.2 Number of ports

4.2.1 One

4.2.2 Two

4.3 SPD design

4.3.1 Voltage switching

4.3.2 Voltage limiting

4.3.3 Combination

4.4 Mode of protection design

4.4.1 Voltage switching

4.4.2 Voltage limiting

4.4.3 Combination

4.4.3.1 Voltage limiting and voltage switching component(s) in series

4.4.3.2 Voltage limiting and voltage switching component(s) in parallel

4.5 Type of SPD

Information required for T1 SPD, T2 SPD and T3 SPD is given in Table 2.

Table 2 – Type of SPD

Type of SPD	Required information	Test impulse specifications (see subclauses)
T1 SPD	I_{imp}	9.1.2; 9.1.3; 9.1.4
T2 SPD	I_n	9.1.3; 9.1.4
T3 SPD	U_{OC}	9.1.5
NOTE T1 SPD, T2 SPD and T3 SPD relate to former Class I, Class II and Class III tests.		

4.6 Environment

4.6.1 Indoor

SPDs intended for use in enclosures and/or inside buildings or shelters.

NOTE 1 SPDs installed in outdoor enclosures or shelters are considered for indoor use.

NOTE 2 This classification addresses SPDs for use in weather protected locations having neither temperature nor humidity control and corresponds to the characteristics of external influences code AB4 in IEC 60364-5-51.

4.6.2 Outdoor

SPDs intended for use outside of buildings or shelters.

NOTE This classification addresses SPDs for use in non-weather protected locations.

4.6.3 Non submersible SPDs

4.6.4 Submersible SPDs

SPDs which can face temporary or permanent submersion.

4.7 Accessibility

4.7.1 Accessible

An SPD which can be fully or partly touched by an ordinary person, without the use of a tool to open any covers or enclosures, once installed.

4.7.2 Inaccessible

An SPD which cannot be touched by an ordinary person either due to being mounted out of reach or due to being located within enclosures which can only be opened by using a tool, once installed.

4.8 Mounting method

4.8.1 Fixed

SPD or SPDA complying at least with overvoltage category III according to IEC 60664-1:2020.

4.8.2 Portable

SPD or SPDA complying at least with overvoltage category II according to IEC 60664-1:2020.

4.9 Location of disconnecter (including overcurrent protection)**4.9.1 Internal****4.9.2 External****4.9.3 Both (internal and external)****4.9.4 None****4.10 Degree of protection provided by enclosures according to IEC 60529 (IP code)****4.11 Temperature and humidity range****4.11.1 Normal****4.11.2 Extended****4.12 SPD modes of protection****4.12.1 SPD providing a single mode of protection****4.12.2 Multimode SPD****4.13 End-of-life mode of the SPDA****4.13.1 Open-circuit mode (OCM)****4.13.2 Short-circuit mode (SCM)****4.14 Short-Circuit protection function for OCM end-of-life mode****4.14.1 Internal****4.14.1.1 SPD with an integrated Fuse according IEC 60269 series or 60127 series****4.14.1.2 SPD with an integrated MCB or CB according IEC 60947-2, IEC 60898 series or IEC 61009 series****4.14.1.3 SPD with an integrated specific short circuit protection function****4.14.1.4 SPD with a combined surge protection function and specific short circuit protection function (not separable)**

In this case part of the surge protection functionality and the short circuit protection functionality are by design combined in a way that they physically cannot be treated separately for testing or for sample preparation.

Such SPDs require:

- another surge protective component (SPC), voltage limiting or voltage switching, having surge protection functionality only and being connected in series with the above mentioned combined functionality, and
- a significantly higher dielectric voltage withstand after short circuit interruption compared to the protection level in new condition.

NOTE Surge protection functionality is typically provided by surge protective components (SPCs), e.g. metal oxide varistors according IEC 61643-331, gas discharge tubes according IEC 61643-311, spark gaps.

4.14.2 External

4.14.2.1 Fuse

According to the IEC 60269 series or IEC 60127 or equivalent national standards.

NOTE Fuses according IEC 60127 are only for equipment internal use, but not as installation fuses.

4.14.2.2 MCB or CB

According to the IEC 60898 series, IEC 61009 series or IEC 60947-2 or equivalent national standards.

4.14.2.3 SSD

According to IEC TS 61643-06 (currently 37A/406/CD).

NOTE SPD Specific Disconnector (SSD) is a device intended to disconnect the SPD from the power system at its end-of-life and capable of withstanding the SPD's impulse rating.

5 Void

6 Marking and other product information

6.1 General

In 6.2 a list of marking and other product information items is provided. To determine which of these items are applicable to a specific SPD, refer to the corresponding clauses of the relevant subsequent part(s) of IEC 61643.

Where space does not allow all the required markings to be placed using a font size of at least 1 mm, then at least the markings according to 6.2, 1) and 7) (if connections are not interchangeable) are sufficient on the SPD. The other required markings for which there is not enough space shall appear in the installation instructions.

An SPD may be classified to more than one Type according to 6.2, 2) (e.g. T1 SPD and T2 SPD). If in such a case the manufacturer declares only one protection level, the highest protection level shall be declared.

Compliance is checked by visual inspection.

6.2 List of items

1) Manufacturer's name or trademark, and model number

2) SPD Type classification:

- For T1 SPD: "T1" (T1 in a square)
- For T2 SPD: "T2" (T2 in a square)
- For T3 SPD: "T3" (T3 in a square)

NOTE 1 In Japan SPDs can be marked "class I" instead of "T1", "class II" instead of "T2" and "class III" instead of "T3".

NOTE 2 For SPDs connected to telecommunication and signalling networks according to IEC 61643-21 a different type classification applies.

3) Indication of disconnector operation (if any) or SC-means operation (if any)

4) Maximum continuous operating voltage U_C for each mode of protection (if U_C is different for each mode of protection declared by the manufacturer)

- 5) Type of current as applicable:
 - AC or "~" and/or frequency (if other than 50 Hz and 60 Hz)
 - DC
 - other types (e.g. combined AC + DC, non-sinusoidal)
- 6) SPD discharge parameters (if different, for each mode of protection declared by the manufacturer):
 - For T1 SPD: " I_{imp} " together with the value in kA (e.g. I_{imp} 25 kA)
 - For T2 SPD: " I_n " together with the value in kA (e.g. I_n 25 kA)
 - For T3 SPD: " U_{OC} " together with the value in kV (e.g. U_{OC} 6 kV)
- 7) Identification of connections (if not otherwise identified on the devices) including any connections to PE or any other reference earth
- 8) Rated load current I_L for two port SPDs and for one port SPDs with separate input and output connections
- 9) Nominal AC and/or DC system voltages, as applicable, for which the SPD is designed
- 10) Maximum allowed voltage regulation (voltage fluctuation) in % of the nominal AC and/or DC system voltage
- 11) Voltage protection level U_P for each mode of protection (if U_P is different)

NOTE 3 A discharge current versus protection level diagram/graph can be additionally provided by the manufacturer, allowing extracting the SPD's protection level at the discharge current necessary for a specific application. For application specifically the value at a discharge current of 5 kA is of interest according IEC 60364-5-53.

- 12) Voltage protection level U_P for series connection of SPD's modes of protection, e.g. line to PE (if declared by the manufacturer, see Annex F)
 - 13) Degree of protection provided by the enclosure (IP code) if > IP20
 - 14) Environment (See 4.6)
 - 15) Number of ports
 - 16) Method of mounting
 - 17) Short-circuit current rating I_{SCCR}
 - 18) Ratings and characteristics of external disconnecter(s), if required, and for internal disconnecter when the SPD is classified according to 4.14.1.1 or 4.14.1.2
- NOTE 4 This includes the settings of adjustable ratings e.g. for circuit breakers according IEC 60947-2.
- 19) Orientation for normal installation, if significant
 - 20) Type of system for which the SPD main circuit is designed (e.g. TN-system, TT-system, IT-system) and intended installation location(s) (power distribution, fixed installation, portable) or overvoltage categories (OVC II, III, IV)
 - 21) Intended connection (e.g. line to neutral or mid-point, line to ground, neutral or mid-point to ground, line to line, etc.)
 - 22) Mechanical dimensions, lead lengths, etc.
 - 23) Temperature and humidity range (see 7.3 and 7.4)
 - 24) Continuous current I_C for each mode of protection (if I_C is different)
 - 25) Protective conductor current I_{PE} (AC and/or DC as applicable)
 - 26) Short-circuiting SPD and its transition surge current rating I_{trans} , if applicable (see Annex E)
 - 27) The minimum distance from any earthed conductive surface at which the SPD can be installed, if applicable
 - 28) I_{max} (if declared by the manufacturer)

29) End-of-life mode of the SPDA

- 30) Temporary overvoltage test value U_T , the corresponding fault currents and/or the type(s) of power system(s) the SPD is designed for and corresponding connection details, as well as the TOV behaviour (withstand or safe end-of-life)

NOTE 5 Test values and details are provided in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643 as applicable.

- 31) Total discharge current I_{Total} for multimode SPDs and the respective SPD Type, except for T3 SPDs (if declared by the manufacturer)
- 32) Voltage drop for two port SPDs (if declared by the manufacturer)
- 33) Load-side surge withstand capability for two-port SPDs (if declared by the manufacturer)
- 34) Information about replaceable parts (indicators, fuses, etc. if applicable)
- 35) Voltage rate of rise du/dt (if declared by the manufacturer)
- 36) Current factor k , if different from Table 26
- 37) Modes of protection declared by the manufacturer (for multimode SPDs)
- 38) Any warning labels that are required shall be provided with each product delivered (e.g. for SCM SPDs)
- 39) Information and technical data for electrically separated circuits:

Information about the kind of separation (simple separation/basic insulation or protective separation/double or reinforced insulation) between the SPDs main circuit and any electrically separated circuits as well as between electrically separated circuits (if there is more than one)

Rated voltage(s), current(s), overvoltage category, etc. as applicable, for which the electrically separated circuit is designed

NOTE 6 The overvoltage category (OVC) assigned to an electrically separated circuit might differ from the overvoltage category (OVC) assigned to the main circuit(s).

NOTE 7 Examples of such electrically separated circuits are auxiliary contact circuits, separate power supply circuits e.g. for SPDs with additional electronic functions, telecommunication ports e.g. LAN.

- 40) Prospective minimum short-circuit current rating $I_{SCCRMIN}$ for SPDs according 4.14.1.3 or 4.14.1.4, if declared and if greater than 300 A or 100 A as applicable (see 9.3.6.3.4)
- 41) Mode of protection design, (see 4.4)
- 42) If the status indication circuitry does not use certified components operated within their ratings, the manufacturer shall provide the appropriate testing standards for the specific component to allow it to be tested
- 43) Test current for the specific overstress test according G.3 for SPDs classified to 4.14.1.4 only

6.3 Information about status indicator

The manufacturer shall provide information about the function of the indicator and the actions to be taken after change of status indication.

Compliance is checked by visual inspection.

7 Service conditions

7.1 Voltage

The voltage applied continuously between the connections of the surge protective device (SPD) shall not exceed its maximum continuous operating voltage U_C .

7.2 Air pressure and altitude

Air pressure is 80 kPa to 106 kPa. These values represent an altitude of +2 000 m to –500 m, respectively.

7.3 Temperatures

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

Temperature ranges exceeding the above may be declared by the manufacturer.

7.4 Humidity

- normal range: 5 % to 95 %
- extended range: 5 % to 100 %

8 Requirements

8.1 General requirements

Requirements from IEC 61643-01 apply to subsequent parts of IEC 61643 when explicitly called up in that subsequent part.

For SPDs classified to more than one Type according to 6.2, 2), the tests in 9.3.4, 9.3.5, Annex E, 9.6.5.2 and 9.6.4 (if I_{Total} is declared by the manufacturer) shall be performed for each declared Type.

SPDs shall not create any hazard when operated under the test conditions in accordance with this document.

If the SPD is an integral part of a product covered by another standard, the requirements of the other standard shall apply to those parts of the product, which do not belong to the SPD section of the product. The SPD section shall comply with:

- Clause 6 – markings and other product information,
- Clause 8.1 – general requirements,
- Clause 8.3 – electrical requirements,
- Clause 8.5 – environmental and material requirements, but only for issues not addressed by the other applicable standard,
- Clause 8.6 – additional requirements for specific SPD designs, if relevant;
- the mechanical requirements and service conditions of the other applicable standard.

SPD disconnectors complying with their relevant IEC standard (e.g. IEC 60898 series) need not be reassessed for aspects already covered by their relevant product standard.

8.2 Marking

Markings on the device shall be indelible and legible and shall not be placed on screws or removable parts.

NOTE A plug-in SPD module is not considered as a removable part.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.2.

8.3 Electrical requirements

8.3.1 Protection against electric shock

8.3.1.1 Protection against direct contact

This requirement does not apply to PELV or SELV circuits.

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.

SPDs, except SPDs classified 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.

After installation according to the manufacturer's installation instructions, protection against touching of live parts of SPDs, which may be accessible for ordinary persons, shall at least comply with the requirements for IP2XC according to IEC 60529

If the SPD is an integral part of a product covered by another standard, this requirement applies to the SPD section only (see also 8.1).

The connection between the PE connection and all accessible conductive parts shall be of low resistance.

Compliance is checked by the tests in accordance with IEC 60529 and according to 9.3.1.

8.3.1.2 Protection during maintenance and replacement

When SCM is declared for the SPDA, then the SPD shall

- either be constructed in a way that it cannot be removed, or unplugged without the use of a tool or a key, after reaching their end-of-life mode and
- be provided with a warning label that needs to be placed adjacent to the SPD and visible after installation, providing the information that the SPD circuit shall be switched off before removal or unplugging and
- the manufacturer's installation instructions shall clearly point out that access to the SPD shall not be possible by ordinary persons.

Compliance is checked by visual inspection and by a manual check if necessary.

8.3.2 Continuous current I_C

The current flowing through each mode of protection shall be measured.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.2.

8.3.3 Protective conductor current I_{PE}

For SPDs having a PE connection, the current I_{PE} shall be measured.

Compliance is checked by the test according 9.3.3.

8.3.4 Measured limiting voltage

The measured limiting voltage of the SPD's modes of protection, determined from

- the front-of-wave sparkover voltage (if the SPD includes voltage switching components) and the residual voltage measurements at 8/20 current impulses having corresponding crest values up to I_{imp} for T1 SPD and up to I_n for T2 SPD,
- the combination wave measurements up to U_{OC} for T3 SPD,

shall not exceed the voltage protection level U_p that is specified by the manufacturer.

For SPD configurations where the protection between line and PE involves more than one mode of protection connected in series (e.g. from L to N and then from N to PE) the combined voltage protection level shall be declared by the manufacturer and shall be tested accordingly.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.4.

8.3.5 Operating duty

The SPD shall be capable of withstanding the specified number and sequence of current impulses while energized at its maximum continuous operating voltage U_C without unacceptable changes in its characteristics.

In addition, voltage switching SPDs or combination SPDs shall be able to interrupt any follow current up to the short-circuit current rating.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.5.

8.3.6 Safety performance of overstressed SPDs

8.3.6.1 Disconnecter and SC-means

8.3.6.1.1 Disconnectors

When OCM is declared, SPDs shall be provided with disconnectors (which can be either internal, external or both), except SPDs for connection N-PE or M-PE in TN and/or TT systems only. The operation of the disconnector(s) shall be indicated by a corresponding status indicator or by other means.

NOTE 1 An SPD for connection N-PE is an SPD connected between the Neutral conductor and PE in an AC-system, an SPD for connection M-PE is an SPD connected between the Midpoint conductor and PE in a DC-system.

External disconnectors if declared, shall comply with

- either a relevant IEC standard for overcurrent protection, e.g. IEC 60269 series or IEC 60127 series for fuses, IEC 60898 series, IEC 61009 series or IEC 60947-2 for circuit breakers or equivalent national standards
- or with IEC TS 61643-06 for SSD (technical specification currently under preparation).

NOTE 2 In Japan external disconnectors complying with Electrical Appliances and Materials Safety can be installed.

Information on the inclusion of disconnectors during the various type tests is provided in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.

8.3.6.1.2 SC-means

When SCM is declared, SPDs shall be provided with internal SC-means. Their operation shall be indicated by a corresponding status indicator.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.

8.3.6.2 Thermal protection

SPDs shall be protected against overheating due to degradation or overstress and shall reach its end-of-life without causing a hazardous condition.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.2.

This test is not performed on the SPD's modes of protection containing only voltage switching components, on the SPD's modes of protection with short circuit protection functionality according 4.14.1.4 and on ABD devices.

8.3.6.3 Short-circuit current behaviour

On reaching its end-of-life, an SPD shall withstand the prospective short-circuit currents of the power system without causing a hazardous condition.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.3.

These tests are not performed on:

- SPDs classified outdoor and inaccessible,
- SPDs for connection N-PE or M-PE in TN and/or TT systems only,
- SPD assemblies classified SCM.

8.3.6.4 Dedicated overstress behaviour

An SPD shall reach its end-of-life without causing hazardous conditions.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.4.

This test is not performed on:

- SPDs classified outdoor and inaccessible,
- SPDs for connection N-PE or M-PE in TN and/or TT systems only.

8.3.6.5 Status indicators

A status indicator may be composed of two parts (one of which is not replaced on replacement of the SPD), linked by a coupling mechanism which can be mechanical, optical, audio, electromagnetic, etc. The part of the status indicator which is not replaced shall be capable of operating at least 50 times.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.6.5.

8.3.7 Insulation resistance

The insulation resistance of the SPD shall be sufficient with respect to leakage currents and protection against direct contact.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.7.

8.3.8 Dielectric withstand

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

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.8.

8.3.9 Behaviour under temporary overvoltages

An SPD shall behave in a safe manner when it is subjected to TOVs.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.3.9.

For SPDs with a U_C greater than or equal to U_T there is no need to perform this test.

NOTE The tests given do not take into account the possibility of a surge occurring simultaneously with a TOV event.

8.4 Mechanical requirements

8.4.1 General

SPDs shall be provided with appropriate means for mounting that will ensure mechanical stability.

Mechanical coding/interlock shall be provided to prevent incorrect combinations of plug-in SPD modules and SPD bases.

Compliance is checked by visual inspection.

8.4.2 Screws, current carrying parts and connections

Screws, current carrying parts and connections of SPDs shall be properly fixed and sufficiently reliable for their intended use.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.4.2, by inspection and trial connection.

8.4.3 External connections

8.4.3.1 General

Electrical connections shall be possible using one of the following means:

- screw terminals and bolted connections;
- screwless terminals;
- insulation piercing connections;
- flat quick connect terminations;
- flying leads (pigtail connections);
- other equally effective means; or
- standardised plugs and/or sockets.

The following requirements do not apply to standardised plugs and/or sockets:

Connections shall be designed for the connection of cables having a minimum and a maximum cross-sectional area according to 9.4.3.1.

Connections shall be fastened to the SPD in such a way that they will not loosen 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.

- a) Connections for external conductors shall be such that the conductors may be connected so as to ensure that the necessary contact pressure is maintained permanently. The connections shall be readily accessible under the intended conditions of use.
- b) The means for clamping the conductors in the connections shall not serve to fix any other component, although they may hold the terminals in place or prevent them from turning.
- c) Connections shall have adequate mechanical strength.
- d) Connections shall be so designed that they clamp the conductor without undue damage to the conductor.
- e) Connections shall be so designed that they clamp the conductor reliably and between metal surfaces.
- f) Connections 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.

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.

8.4.3.2 Screw terminals and bolted connections

Connections shall be so designed and constructed that:

- a) Screws and nuts for clamping the conductors shall have a metric ISO thread or a thread comparable in pitch and mechanical strength.
SI, BA and UN threads may be used as they are virtually equivalent in pitch and mechanical strength to metric ISO threads.
- b) Connections shall be so fixed or located that, when the clamping screws or nuts are tightened or loosened, the connections shall not loosen from their fixings to the SPDs.
These requirements do not imply that the connections 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 document.
The use of sealing compound or resin is considered to be sufficient for preventing a connection from working loose, provided that:
 - the sealing compound or resin is not subjected to stress during normal use, and
 - the effectiveness of the sealing compound or resin is not impaired by temperatures attained by the connections under the least favourable conditions specified in this document.
- c) Clamping screws or nuts of connections intended for the connection of protective conductors shall be adequately secured against accidental loosening.
- d) Screws shall not be made of metal that is soft or liable to creep, such as zinc or aluminium.

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.2.

8.4.3.3 Screwless terminals

Terminals shall be so designed and constructed that:

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

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.3.

8.4.3.4 Insulation piercing connections

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.4.

8.4.3.5 Flat quick connect terminations

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.5.

8.4.3.6 Pigtail connections (flying leads)

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.4.3.6.

8.4.3.7 Standardized plugs and/or socket outlets

Plugs and socket outlets for SPDs for power applications shall comply with the relevant international requirements (e.g. IEC 60884-1, IEC 60320 series). National requirements can apply.

Connectors for SPDs for telecommunication and signalling applications shall comply with relevant international standards (e.g. IEC 60603 series).

8.4.4 Air clearances and creepage distances

The SPD shall have sufficient air clearances and creepage distances.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.4.4.

8.4.5 Mechanical strength

All parts of the SPD providing protection against direct contact shall have sufficient mechanical strength.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.4.5.

8.5 Environmental and material requirements

8.5.1 Protection provided by enclosure (IP code)

SPDs shall be provided with an enclosure for protection against ingress of solid objects and water in accordance with the IP code declared by the manufacturer.

Compliance is checked by inspection and by the tests in accordance with 9.5.1.

8.5.2 Heat resistance

SPDs shall be sufficiently resistant to heat.

Compliance is checked by the tests in accordance with 9.3.6.1 and 9.5.2.

8.5.3 Resistance to abnormal heat and fire

Insulating parts of the housing shall be either non-flammable or self-extinguishing.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.5.3.

8.5.4 Tracking resistance

Insulating materials shall provide sufficient resistance against tracking.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.5.4.

Testing is not necessary if the creepage distances are greater or equal to double the values indicated in 9.4.4 or in case of inorganic insulating materials like ceramic, mica or similar.

8.5.5 Ageing behaviour under damp heat

SPDs for DC applications shall withstand long term humidity without unacceptable increase of leakage current.

Compliance is tested in accordance with 9.5.5.

8.5.6 Electromagnetic compatibility

8.5.6.1 Electromagnetic immunity

SPDs either not incorporating electronic circuits or incorporating electronic circuits in which all components are passive (for example diodes, resistors, capacitors, inductors, varistors and other surge protective components) are not sensitive to electromagnetic disturbances expected under normal service conditions and therefore no immunity tests are required. If SPDs contain sensitive electronic circuits:

- IEC 61000-6-1 shall be applied when the SPD is declared for use in residential, commercial and light-industrial environments only or
- IEC 61000-6-2 shall be applied when the SPD is declared for use in industrial environments or when no EMC environmental condition is declared by the manufacturer.

8.5.6.2 Electromagnetic emission

For SPDs not incorporating electronic circuits or incorporating electronic circuits that do not generate fundamental frequencies equal or greater than 9 kHz in normal operation, electromagnetic disturbances can only be generated during protective operations. The duration of these disturbances is in the order of microseconds to milliseconds.

The frequency, level and the consequences of these emissions are considered as part of the normal electromagnetic environment of low-voltage installations. Therefore, the requirements for electromagnetic emissions are deemed to be satisfied and no verification is necessary.

For SPDs containing electronic circuits that perform a switching function operating at a frequency of 9 kHz or greater:

- CISPR 14-1 for SPDs declared for residential environments or if no EMC environmental condition is declared by the manufacturer, or
- CISPR 11 for SPDs declared for industrial environments only.

8.6 Additional requirements for specific SPD designs

8.6.1 Two port SPDs and one port SPDs with separate input/output connections

8.6.1.1 Rated load current I_L

The SPD shall be able to carry the rated load current.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.1.1.

8.6.1.2 Overload behaviour

SPD shall not be damaged or altered by overloads, which may occur in service.

When OCM is declared compliance is checked by the test in accordance with 9.6.1.2.

8.6.1.3 Load-side short-circuit rating

The SPD shall be able to carry the current caused by a power short-circuit on the load side until it is interrupted either by the SPD itself or by an internal or external disconnector.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.1.3.

This test is not performed on:

- SPDs classified outdoor and inaccessible,
- SPDs for connection N-PE or M-PE in TN and/or TT systems only.

8.6.2 Environmental stress for outdoor SPDs

Outdoor SPDs shall be sufficiently resistant to the expected environmental conditions.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.2.

8.6.3 SPDs with electrically separated circuits

Based on the information provided by the manufacturer according to 6.2, 39), the insulation between any electrically separated circuit(s) shall either comply with the requirements for simple separation (basic insulation) or for protective separation (double/reinforced insulation or basic insulation plus protective screening).

If SELV or PELV may be connected either to an electrically separated circuit or to the main circuit according to the SPD manufacturer's instructions, this requires protective separation (e.g. double/reinforced insulation) between that SELV or PELV circuit and any other circuit that may be connected to other than SELV or PELV sources.

Compliance is checked according to 9.6.3.

8.6.4 Total Discharge Current I_{Total} , if declared by the manufacturer

Multimode SPDs having a PE, PEN or PEM connection shall provide appropriate current capability for common mode surges, when declared by the manufacturer.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.4.

8.6.5 Two port SPDs

8.6.5.1 Voltage drop, if declared by the manufacturer

The voltage drop shall not exceed the value declared by the manufacturer.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.5.1.

8.6.5.2 Load-side surge withstand capability, if declared by the manufacturer

The SPD shall not be altered by surges up to the declared load-side surge withstand capability.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.5.2.

8.6.5.3 Voltage rate of rise du/dt , if declared by the manufacturer

The voltage rate of rise shall not exceed the value declared by the manufacturer.

Compliance is checked by the test in accordance with 9.6.5.3.

8.6.6 Short-circuiting SPDs

SPDs according 3.1.53 shall comply with Annex E.

8.7 Routine and acceptance tests

Requirements for routine and acceptance tests are provided in Annex A.

9 Tests

9.1 Type testing procedures

9.1.1 General

If not otherwise specified, type tests are carried out on three new samples per test as indicated in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643. Within any test procedure the order of the sub clauses shall be followed as given. Tests on connections shall be performed on three connection samples for each construction/connection type. (An SPD with at least three identical connections fulfils this sample requirement.)

A sample has passed a test if all the requirements of the relevant test clauses and the relevant pass criteria are fulfilled.

If all required samples pass a test, the design of the SPD is acceptable for that test. If two or more test samples fail a test, the SPD does not comply with this document.

In the event that a single sample does not pass a test, this test, and those preceding that may have influenced the result of this test, shall be repeated with three new samples. At this time all samples shall pass the retest.

A set of three samples may be used for more than one test, if required in this document or if agreed by the manufacturer.

NOTE 1 Agreement from the manufacturer is needed as this could have an influence on the test results (tests conducted in a consecutive way on the same set of test samples can be more stringent).

NOTE 2 For some tests special prepared samples are required.

If not otherwise specified, the reference standard for high voltage test procedures is IEC 61180.

Unless otherwise specified, AC values given in this document are RMS values.

Unless otherwise specified, a power source with linear characteristic (see Figure 1) shall be used.

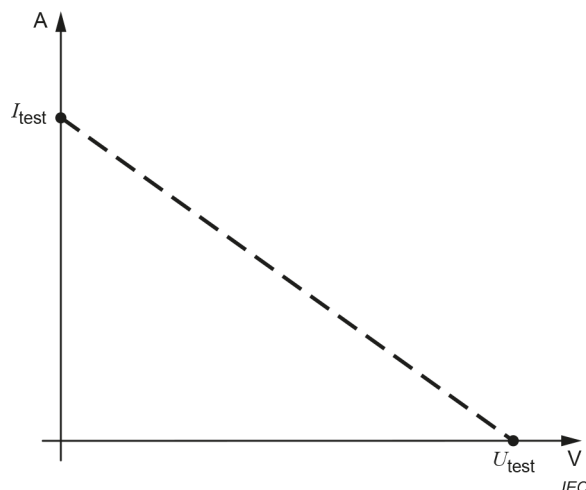


Figure 1 – I/U characteristics for linear power source

The SPD shall be mounted and electrically connected in accordance with the manufacturer's installation instructions. Unless otherwise specified, neither external cooling nor heating of the sample under test shall be employed.

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

Thermal equilibrium describes a condition where the change in temperature rise above ambient is less than 1 K per hour.

If not otherwise specified, for all tests where an AC power supply at U_{test} , U_T or U_C is required, the voltage tolerance for testing shall be $+0/-5\%$.

For tests with short-circuit currents:

- the prospective short-circuit current is applied at the connections of the SPDA (for SPDs declared with an external disconnector) or at the connections of the SPD (if no external disconnector is declared);
- the value of the prospective short-circuit current is adjusted using a negligible impedance to replace the DUT.

If not otherwise specified, the tolerance for currents shall be $+5/0\%$.

If not otherwise specified, for all tests where a DC power source is required for testing, all instantaneous values of the test voltage shall remain between U_{test} and $U_{\text{test}} - 5\%$, U_T and $U_T - 5\%$ or U_C and $U_C - 5\%$ when a load current equal of 1 A is flowing. In addition at least a 6-pulse rectifier bridge shall be used to limit the maximum ripple under full-load conditions.

NOTE 3 This means that using a 6 pulse rectifier requires an additional smoothing capacitor to fulfil this 5 % requirement.

For all static DC current measurements, such as I_C and I_{PE} , the initial decrease after the application of voltage shall be disregarded and readings shall not be taken earlier than 30 s after the application of voltage.

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

If not otherwise specified, during the test, no maintenance or dismantling of the SPD is allowed.

If not otherwise specified, all tests shall be performed separately on each mode of protection declared by the manufacturer according to 6.2, 37), using a new set of samples each time. However, if some modes of protection have identical circuitry, testing only the mode of protection which represents the most vulnerable configuration is sufficient.

For multimode SPDs (e.g. 3 phase SPD) in which the protective component circuitry is identical, the testing of each of the modes of protection (e.g. three phases) can fulfil the three sample requirement.

Annex F provides information on reduced test procedure for series connection of SPD's modes of protection.

When a test is required to be performed on the SPDA, then the SPDA shall be completely connected according to the manufacturer's instructions and the test shall be performed for all supply systems with the intended connections as provided according to 6.2, 20) and 21).

If the use of tissue paper is required according to the general test requirements in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643, the tissue paper shall be applied depending on the following:

- For SPDs, which are intended to be mounted into a distribution board or similar enclosure, tissue paper shall be fixed at a distance of 100 mm $\pm$ 20 mm in all directions of the sample, except the mounting surface.
- For all other SPDs: tissue paper shall be wrapped loosely around all sides of the SPD, including the bottom side.

NOTE 4 Tissue paper: thin, soft and rather strong paper, generally used to wrap breakable objects and whose weight stands between 12 g/m² and 30 g/m².

If the use of a metallic screen is required according to the general test requirements in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643 it shall be located on all sides of the SPD.

- a) For SPDs with a plastic enclosure or partly plastic enclosure, which are intended to be mounted into a distribution board or similar enclosure, a metallic screen shall be arranged on all sides of the SPD, including the top and bottom, at the minimum distance according to 6.2, 27). The details, including distances of the metallic screen from the SPD, shall be stated in the test report. The characteristics of the metallic screen shall be as follows:
- Structure:
 - Woven wire mesh
 - Perforated metal or expanded metal
 - Ratio hole area/total area: 0,45 to 0,65
 - Size of hole not exceeding 30 mm², except where conductors require a larger hole
 - Finish: bare or conductive plating
 - Resistance: The resistance between the furthest point of the metallic screen and the connection point of the metallic screen shall be sufficiently low not to limit the short-circuit current of the screen circuit

In addition any partly metal housing is treated according to b).

- b) For SPDs with a metal enclosure, which are intended to be mounted into a distribution board or similar enclosure, this metal enclosure is considered to be the screen according to this requirement. Modes of protection to PE are exempted from this requirement if the metal enclosure, or parts of it, are internally connected to the PE connection.
- c) For all other SPDs a metal foil shall be tightly wrapped around all sides of the SPD, including the top and bottom, as a screen. Modes of protection to PE are exempted from this requirement if the SPD has a metal enclosure, or an enclosure with metallic parts, that are internally connected to the PE connection.

Procedure c) may be applied instead of procedure a), as this represents more stringent test conditions. In case the test result according to test procedure c) is negative, the test shall be repeated according to test procedure a).

The metallic screen and/or metal enclosure and/or metal foil shall be connected via a 6 A gL/gG fuse to one of the SPD connections under test as shown in Figure 2. The connection of the screen shall be changed to the other SPD connection after each short-circuit application.

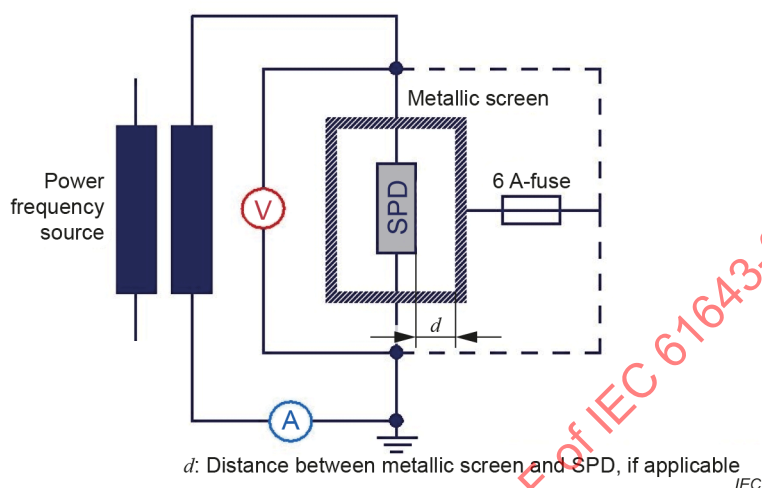


Figure 2 – Metallic screen test setup

External disconnectors shall be selected according to the manufacturer's instructions and connected for testing as indicated in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643.

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

Throughout the entire type testing procedure, the status indicator(s) shall provide a clear sign of the status of the part to which it is linked. Where there is more than one method of status indication, for example local and remote indication, each type of indication shall be checked.

Good testing techniques are required for impulse testing and measurements. This is needed to ensure that correct test values are measured and recorded. Specific information on residual voltage measurements is provided in IEC TR 61643-03.

The measuring system shall have an overall bandwidth of at least:

- 20 MHz for voltage impulse measurements, except for residual voltage measurements according to 9.3.4.2 where an overall bandwidth of 10 MHz is sufficient;
- 1 MHz for current impulse measurements.

An oscilloscope or transient recorder with sufficient sampling rate shall be used to record the waveform correctly and to satisfy the required adjustment tolerance in conjunction with an acceptable measurement uncertainty.

Table 3 shows the common pass criteria for type tests applied in subsequent parts of IEC 61643.

Table 3 – Pass criteria for type tests

A	Thermal stability shall be achieved. The mode(s) of protection under test is (are) considered to be thermally stable if the current for DC, but the resistive component of the current (measured at the crest of the sine wave) for AC, flowing into the mode(s) of protection under test or the power dissipation shows either a decreasing tendency or does not increase during 15 min of voltage application. If the test itself is performed with the mode(s) of protection under test energized at U_C , then U_C either remains applied for these 15 min without interruption or is reapplied within the specified time interval.
B	Voltage and current records and visual inspection shall show no indication of puncture or flashover.
C	No visible damage shall occur during the test. After the test, small indents and cracks not impairing the protection against direct contact are disregarded during this check, unless the degree of protection (IP-code) given for the SPD is no longer provided. There shall be no visual evidence of burning of the sample after the test.
D	Values for measured limiting voltage shall be below or equal to U_P after the test. The measured limiting voltage shall be determined, using the tests described in 9.3.4, but the test of 9.3.4.2 is performed only with a 8/20 current impulse with a crest value of I_{imp} for T1 SPD or with I_n for T2 SPD or with the test of 9.3.4.4 but only at U_{OC} for T3 SPD. For SPDs classified to more than one Type according to 6.2, 2): – 9.3.4.2 is performed with an 8/20 current impulse with a crest value of I_{imp} or I_n or $I_{CW} = U_{OC}/2 \Omega$, whichever is greater, – 9.3.4.3 is performed with the given value or U_{OC}, whichever is greater. – 9.3.4.4 is not applied for $U_{OC} \leq 6 \text{ kV}$, except for the tests in 9.3.4, 9.3.5, 9.6.4 and 9.6.5.2.
E	No excessive leakage currents shall occur after the test. The leakage current is measured within 1 h after having applied the test voltage U_{test}. The mode of protection under test is energised at U_{test}. The DC current or the resistive component of the AC current (measured at the crest of the sine wave) flowing through the mode of protection under test is measured and shall not exceed a value of 1 mA, or shall not have changed by more than 20 % compared to the initial value determined on the samples in new condition. If the test is performed on an SPDA, all connections shall be connected to a power source with the test voltage (U_{test}) according to the manufacturer's instruction. The current for DC, but the resistive component of the current (measured at the crest of the sine wave) for AC, flowing through each connection is measured simultaneously and each value shall not exceed 1 mA or shall not have changed by more than 20 % compared to the initial value determined on the samples in new condition. Any resettable or rearmable disconnecter shall be switched off manually, if applicable, and the dielectric withstand shall be checked by application of a voltage according to the relevant subsequent part(s) of IEC 61643. During the test, no flashover, breakdown of insulation either internally (puncture) or externally (tracking) or any other manifestation of disruptive discharge shall occur.
F	External disconnectors as specified by the manufacturer shall not operate during the test and shall be in working order after the test. For the purpose of this clause, working order means that there is no damage to the disconnector and it shall be checked that it is still operational.
G	Internal disconnectors, or SC-means, as specified by the manufacturer, shall not operate during the test and shall be in working order after the test. For the purpose of this clause, working order means that there is no damage to the disconnector or SC-means, and it shall be checked that it is still operational.
H	Disconnection shall be provided by one or more internal and/or external disconnector(s). Their correct indication shall be checked.
I	SPDs with an IP degree equal to or greater than IP20 shall not have live parts accessible with the test finger specified in IEC 60529 applied with a force of 5 N, except the live parts which were already accessible before the test when the SPD is fitted as in normal use. In case of doubt an electrical indicator as specified in 9.3.1.1 is used.

J	If disconnection (internal or external) occurs during the test, there shall be clear evidence of effective disconnection of the corresponding protective component(s). If internal disconnection occurs, the mode of protection under test is powered at the maximum continuous operating voltage U_C for 1 min. If the test is performed on an SPDA, all connections shall be connected to a power source with the maximum continuous operating voltage U_C according to the manufacturer's installation instruction. The test source shall have a short-circuit current capability equal to or greater than 200 mA. The current that flows through the relevant protective components shall not exceed a value of 1 mA. Currents through components connected in parallel to the relevant protective component(s), or otherwise connected (e.g. indicator circuits), are disregarded for this measurement, as long as they cannot cause a current through the relevant protective component(s). In addition, the current through the protective conductor is measured according to 9.3.3, including parallel circuits and other circuits (e.g. indicator circuits), if any, and shall not exceed 1 mA. Currents, which flow through parallel circuits (e.g. indicator circuits) are disregarded when protective elements to PE are replaced by copper blocks.
K	The short-circuit current from the power source, if any, shall be interrupted within 5 s by one or more internal and/or external disconnector(s).
L	The tissue paper shall not catch fire.
M	There shall be no explosion or other hazard to either personnel or the facility.
N	There shall be no flashover to the metallic screen and the 6 A gL/gG fuse connecting the screen shall not operate during the test.
O	After completion of this test the samples shall be allowed to return to room temperature and the mode of protection under test shall be connected to a power source at U_C for 2 h. The current flowing through the mode of protection under test shall be monitored and not exceed the value measured at the beginning of the test by more than 10 %.
P	Short-circuit mode shall be provided by the SC-means. Its correct indication shall be checked.
Q	Within 10 s after reaching the short-circuit mode, the SPD shall be connected to a power source delivering I_{SCCR} at any suitable voltage. I_{SCCR} shall be maintained for 2 h or until thermal equilibrium has been reached, whichever takes longer. During this period the surface temperature rise at the hottest point of the housing shall not exceed 120 K. The surface temperature rise at the hottest point shall not exceed 80 K five minutes after the application of I_{SCCR}.

9.1.2 Impulse discharge current

The impulse discharge current passing through the device under test (DUT) is defined by the crest value I_{imp} , the charge Q and the specific energy W/R . The impulse current shall show no polarity reversal and shall reach I_{imp} within 50 μ s. The transfer of the charge Q shall occur within 5 ms and the specific energy W/R shall be dissipated within 5 ms.

The impulse duration shall not exceed 5 ms.

NOTE Compliance with this requirement can be verified by measurement of the voltage drop at the connections of the SPD.

Table 4 gives values of Q (As) and W/R (kJ/ Ω) for example values of I_{imp} (kA).

The relationship between I_{imp} , Q and W/R is as follows:

$$Q = I_{imp} \times a$$

where

$$a = 5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$W/R = I_{\text{imp}}^2 \times b$$

where

$$b = 2,5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

Table 4 – Example parameters for impulse discharge current

I_{imp} within 50 μs kA	Q within 5 ms As	W/R within 5 ms kJ/ Ω
25	12,5	156
20	10	100
12,5	6,25	39
10	5	25
5	2,5	6,25
2	1	1
1	0,5	0,25
NOTE One of the possible test impulses which meet the above parameters is the 10/350 waveshape proposed in IEC 62305-1.		

The following tolerances shall apply:

- I_{imp} -10 %/+10 %;
- Q -10 %/+20 %;
- W/R -10 %/+45 %.

9.1.3 8/20 current impulse

The waveshape is 8/20. The tolerances on the current waveshape passing through the device under test are as follows:

- crest value ± 10 %
- front time ± 10 %
- time to half value ± 10 %

A small overshoot or oscillation is tolerated provided that the amplitude of any oscillation is not more than 5 % of the crest value. Any polarity reversal after the current has fallen to zero shall not be more than 30 % of the crest 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.

9.1.4 1,2/50 voltage impulse

The standard voltage waveshape is 1,2/50. The tolerances of the voltage waveshape of the open circuit voltage at the points where the device under test (DUT) will be connected are the following:

- crest value $\pm 5 \%$
- front time $\pm 10 \%$
- 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 amplitude of this mean curve defines the measured crest value of the open circuit voltage.

The output impedance of the test generator shall be between 400 Ω and 500 Ω .

For the purpose of sparkover voltage tests a smooth and clean rising portion of the open circuit voltage impulse, without any discontinuities or superimposed oscillations and without any bouncing effects of the trigger switch, is essential for meaningful and repeatable measurement results.

9.1.5 Combination wave

9.1.5.1 General test circuit to determine the measured limiting voltage (9.3.4) with a decoupling network

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 C62.45:2002.

a) The tolerances of the open circuit voltage U_{OC} at the points where the device under test (DUT) will be connected are as follows:

- crest value $\pm 5 \%$
- front time $\pm 30 \%$
- time to half value $\pm 20 \%$

These tolerances are for the generator alone, without any SPD or power supply circuit being connected.

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 mean curve defines the measured crest value of the test voltage.

Oscillations exceeding 3 % of the crest value are not allowed on the rising portion of the voltage impulse between 0 % and 80 % of the crest value.

b) The tolerances of the combination wave generator short-circuit current I_{CW} at the points where the device under test (DUT) will be connected are as follows:

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

These generator tolerances shall be met with or without any power supply circuit being connected, depending if the test has to be performed energised or un-energised.

A small overshoot or oscillation is tolerated provided that the amplitude of any oscillation is not more than 5 % of the crest value. Any polarity reversal after the current has fallen to zero shall not be more than 30 % of the crest value.

c) Test setup:

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

The above waveform and tolerance requirements only apply to the test performed at the value of U_{OC} declared by the manufacturer, which may require some generator adjustment to achieve. For tests performed below U_{OC} under 9.3.4.4 b), no further generator adjustment is required, and the same settings shall be used.

The generator coupling element shall preferably be realised by a varistor element with a rating as close as possible to the continuous operating voltage U_C of the device under test, to ensure comparable results among different test laboratories.

NOTE This avoids excessive efforts for test set-ups because of the non-linearity in the generator coupling element which influences the total generator impedance at different settings for U_{OC} .

The maximum values for crest open-circuit voltage U_{OC} and crest short-circuit current I_{CW} are 20 kV and 10 kA respectively. Above these values (20 kV/10 kA), tests for T2 SPDs shall be performed.

The possibility of using decoupling networks for energised testing depends on the internal design of the SPD:

- when the SPD does not contain reactive components, the decoupling network is not required.
- when the SPD contains reactive components, but does not contain any voltage switching components, preferably no decoupling network shall be used or the measured limiting voltage test according to 9.3.4 may be performed by using the alternate test procedure according to 9.1.5.2.
- when the SPD contains reactive components and voltage switching components, no decoupling network shall be used.

Coupling elements and decoupling networks are only necessary for energised testing.

Examples for decoupling networks are given in Figure 3 and Figure 4.

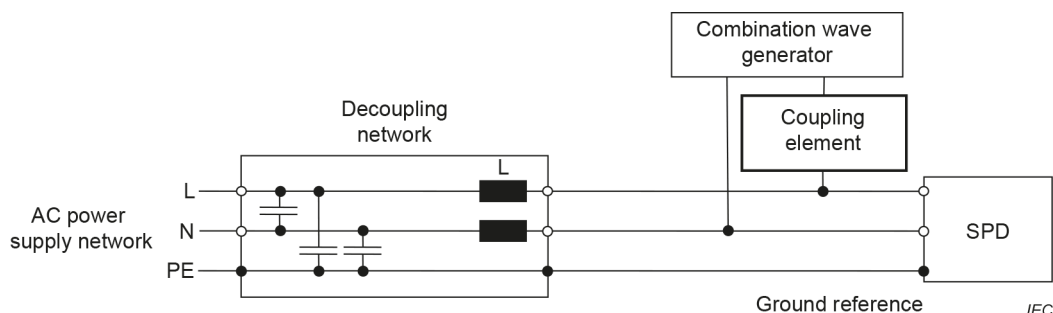


Figure 3 – Example of a decoupling network for single-phase power

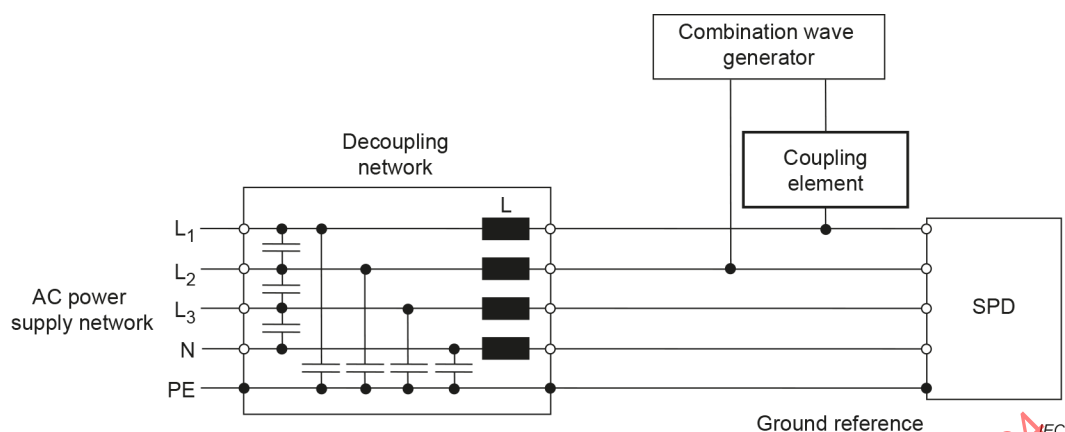


Figure 4 – Example of a decoupling network for three-phase power

9.1.5.2 Alternate test circuit to determine the measured limiting voltage (9.3.4) 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 circuit according to Figure 5.

- For AC rated SPDs a DC voltage of $U_C \times \sqrt{2}$, shall be applied to the SPD via a diode. The impulse shall preferably be applied via a varistor.
- The application of the impulse shall occur at $100 \text{ ms}^{+10}_0 \%$ after closure of S1. The DC voltage shall be disconnected within 10 ms after impulse application.
- Reverse polarity tests can be conducted by reversing the SPD connection to the test circuit.

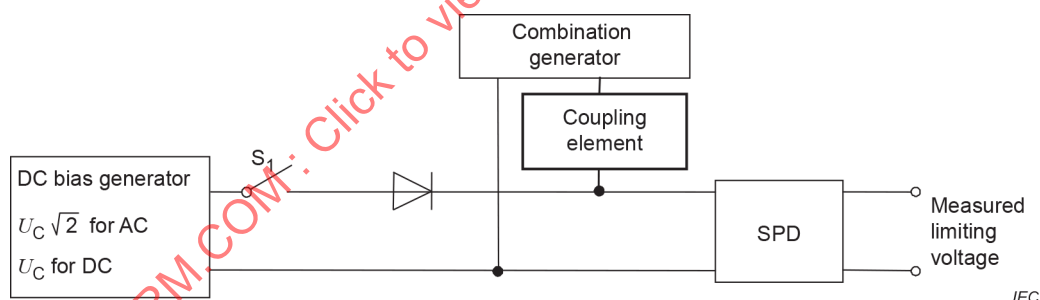


Figure 5 – Alternate test for the measured limiting voltage

9.2 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 loosely 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 % by volume, a value of 29 for kauri-butanol, an initial boiling-point of approximately 65 °C, a dry-point of approximately 69 °C and a density of approximately 0,68 g/cm³.

NOTE An example of a reagent grade hexane fulfilling the above requirement is available on the market under the ACS (American Chemical Society) designation CAS No. 110-54-3.

After this test, the marking shall be easily legible.

9.3 Electrical tests

9.3.1 Protection against direct contact

9.3.1.1 Insulated parts

9.3.1.1.1 Test procedure

The sample is mounted as for normal use and the test is conducted using conductors of the smallest cross-sectional area and then again using conductors of the largest cross-sectional area specified in 9.4.3.

The standard test finger (in accordance with IEC 60529) is applied in every possible position to the yellow and red surfaces as provided in Clause 6 of IEC TR 61643-03:2024. In addition the standard test finger is applied to any openings, except the openings for introducing the connecting conductors.

For SPD with plug-in modules that can be changed without a tool, the test finger shall be applied in every possible position, when the plug-in module is partially inserted, and to the socket when the module is completely removed.

For parts and surfaces that may be accessible for ordinary persons after installation according to the manufacturer's instructions the access probe of 2,5 mm (in accordance with IEC 60529) is applied in every possible position.

An electrical continuity indicator operating from a voltage of not less than 40 V and not more than 50 V, one side is connected between all live connections of the sample linked together and the other side is connected to the test finger or the access probe to check for the possibility of contact with any live part of the sample.

9.3.1.1.2 Pass criteria

The test finger or the access probe shall not contact any live part of the sample.

9.3.1.2 Metal parts

Metal parts which are accessible when the SPD is wired and mounted as for normal use shall be connected to PE 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 AC 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 PE connection and each of the accessible metal parts in turn.

The voltage drop between the PE connection 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 .

Care shall 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.

9.3.2 Continuous current I_C

9.3.2.1 Test procedure

U_{test} shall be applied to the mode of protection under test.

The current flowing through the mode of protection under test shall be recorded.

9.3.2.2 Pass criteria

The current flowing through the mode of protection shall not exceed the value declared by the manufacturer according to 6.2 24).

9.3.3 Protective conductor current I_{PE}

9.3.3.1 Test procedure

The SPDA, but without any external disconnectors, shall be connected to a power source at U_{test} as defined in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643 and according to the manufacturer's instructions.

The current flowing through the PE connection shall be measured.

NOTE If the SPD contains a connection which is dedicated to be connected to a PEN conductor of an AC-system only or to a PEM conductor of a DC-system only, then this connection is not considered to be a PE connection.

9.3.3.2 Pass criteria

The current shall not exceed the value declared by the manufacturer according to 6.2, 25).

9.3.4 Measured limiting voltage

9.3.4.1 General

The tests on the different SPD types to determine their measured limiting voltages shall be performed according to the flow chart in Figure 6 and Table 5.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

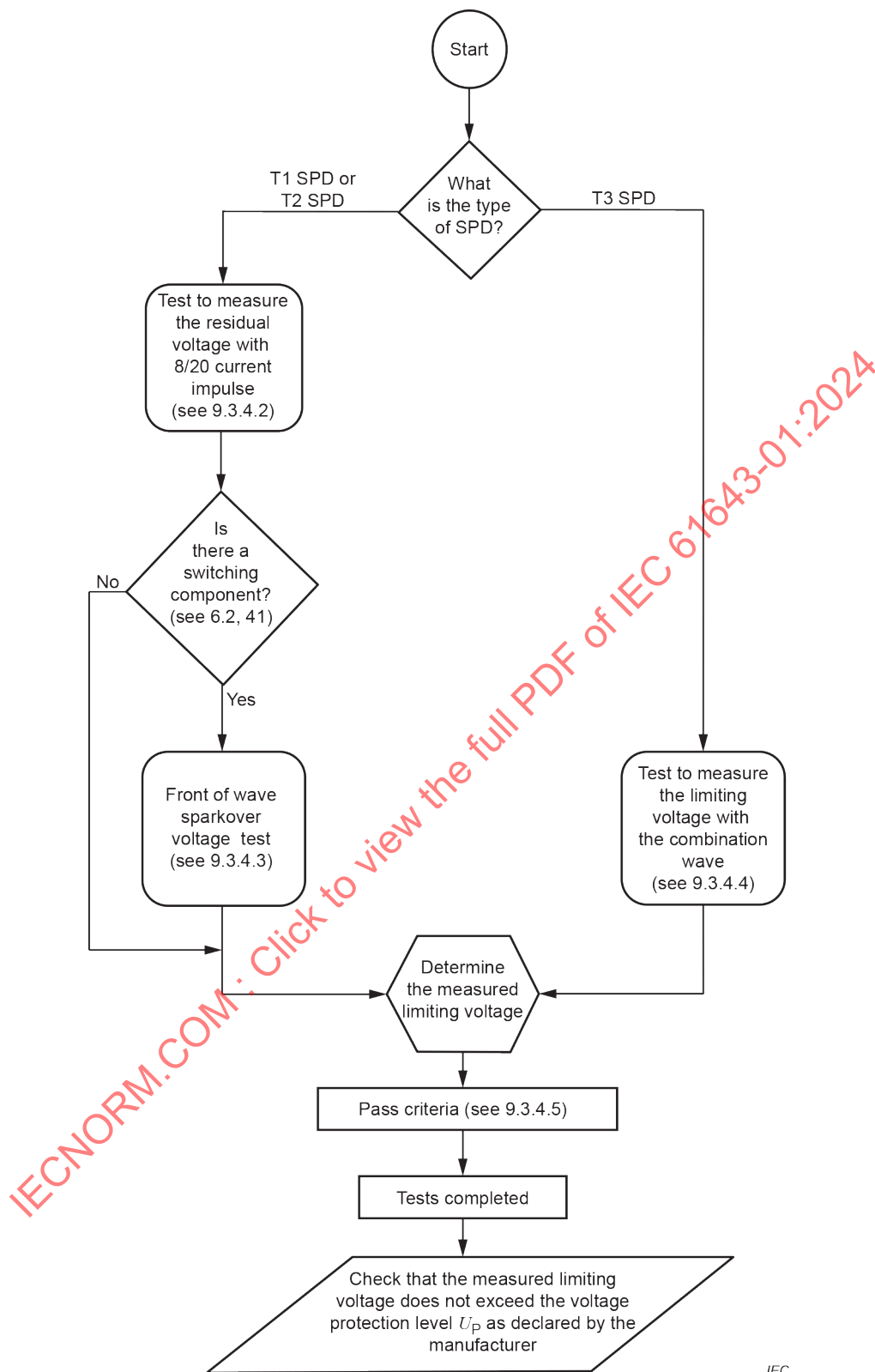


Figure 6 – Flow chart of testing to check the voltage protection level U_p

Table 5 – Tests to be performed to determine the measured limiting voltage

	T1 SPD	T2 SPD	T3 SPD
Test 9.3.4.2	X	X	
Test 9.3.4.3	X ^a	X ^a	
Test 9.3.4.4			X
^a to be performed only on voltage switching and combination SPDs.			

The following specific test conditions apply.

- All one-port SPDs shall be tested unenergized.
- All two-port SPDs shall be tested energized for the tests according to 9.3.4.2 and 9.3.4.4 by means of a voltage source having a nominal current of at least 5 A at U_0 .
If an AC power source is required, positive impulses are applied at the $(90 \pm 5)^\circ$ point and negative impulses at $(270 \pm 5)^\circ$ point on the sinusoidal voltage waveform.
- For one-port SPDs, the voltage is measured at the terminals, except for SPDs having flying leads, where the voltage is measured with an external lead length of 150 mm. For two-port SPDs, and one-port SPDs having separate input/output connections, the voltage for determining the measured limiting voltage is measured at the output connections of the SPD and the voltage for determining $U_{\max}$ is measured at the input connections of the SPD.
- $U_{\max}$ is determined by the highest value measured throughout the tests performed according to 9.3.4.2 (including $I_{\max}$, if declared), 9.3.4.3 and 9.3.4.4, as applicable, based on the manufacturer's information provided according to 6.2.

9.3.4.2 Residual voltage with 8/20 current impulses

- When testing T1 SPDs, 8/20 current impulses with a sequence of crest values of approximately 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 times the crest value of I_{imp} shall be applied to the mode of protection under test.

When testing T2 SPDs, 8/20 current impulses with a sequence of crest values of approximately 0,1; 0,2; 0,5; 1,0 times I_n shall be applied to the mode of protection under test.

As each crest value is only applied once in each polarity a separate adjustment sample should be used to avoid sample overstress. Therefore, and as samples may slightly differ in impedance, the tolerance for the crest values to be obtained for the fractional values of I_n or I_{imp} are extended to $\pm 25\%$.

If the SPD contains only voltage-limiting components, this test is performed only with an 8/20 current impulse having a crest value of I_{imp} for a T1 SPD or at I_n for a T2 SPD.

One sequence of positive polarity and one sequence of negative polarity are applied to the mode of protection under test.

- When $I_{\max}$ is declared by the manufacturer one additional 8/20 current impulse with a crest value of $I_{\max}$ shall be applied at the polarity that showed higher residual voltages in the previous test a) and the residual voltage shall be measured and recorded.
- The interval between individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.
- A current and a voltage oscillogram shall be recorded for each impulse. If relevant, the (absolute) crest values shall be plotted into a residual voltage versus discharge current diagram to I_n or I_{imp} . A curve which best fits the data points shall be drawn.

- e) The residual voltage used for determining the measured limiting voltage is the highest voltage value corresponding to the range of currents for:
- T1 SPD: up to I_{imp}
 - T2 SPD: up to I_n

NOTE The highest voltage value is the highest crest value measured during surge current flow. Any high frequency disturbances and spikes before and during current flow caused by specific generator design, like crowbar generators, are disregarded.

9.3.4.3 Front-of-wave sparkover voltage

The 1,2/50 voltage impulse is used. The generator voltage is set to an open circuit output voltage of 6 kV.

- a) 10 impulses are applied to the mode of protection under test, five of positive and five of negative polarity.
- b) The interval between consecutive impulses shall be at least 1 s for impulses of the same polarity and at least 10 s for impulses of the opposite polarity.
- c) If sparkover is not observed during each of the 10 impulses on the front of the wave, then a) and b) above are repeated with the generator output voltage increased up to a maximum of 10 kV. This shall be recorded in the test report.
- d) The voltage at the mode of protection under test shall be recorded with an oscilloscope.
- e) The value for determining the measured limiting voltage and U_{max} is the maximum sparkover voltage recorded during this test.

9.3.4.4 Limiting voltage with the combination wave

To perform this test a combination wave generator is used.

- a) The interval between the individual impulses shall be long enough for the sample to cool down to ambient temperature.
- b) 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. If the SPD only contains voltage-limiting components this test is carried out at U_{OC} only.
- c) With these generator settings four impulses shall be applied to the mode of protection under test at each amplitude; two with positive and two with negative polarity.
- d) A current and a voltage oscillogram shall be recorded for each impulse.
- e) The value for determining the measured limiting voltage and U_{max} is the maximum voltage recorded during this test.

NOTE This is either the sparkover voltage or the residual voltage depending on the SPD design.

9.3.4.5 Pass criteria for all measured limiting voltage tests

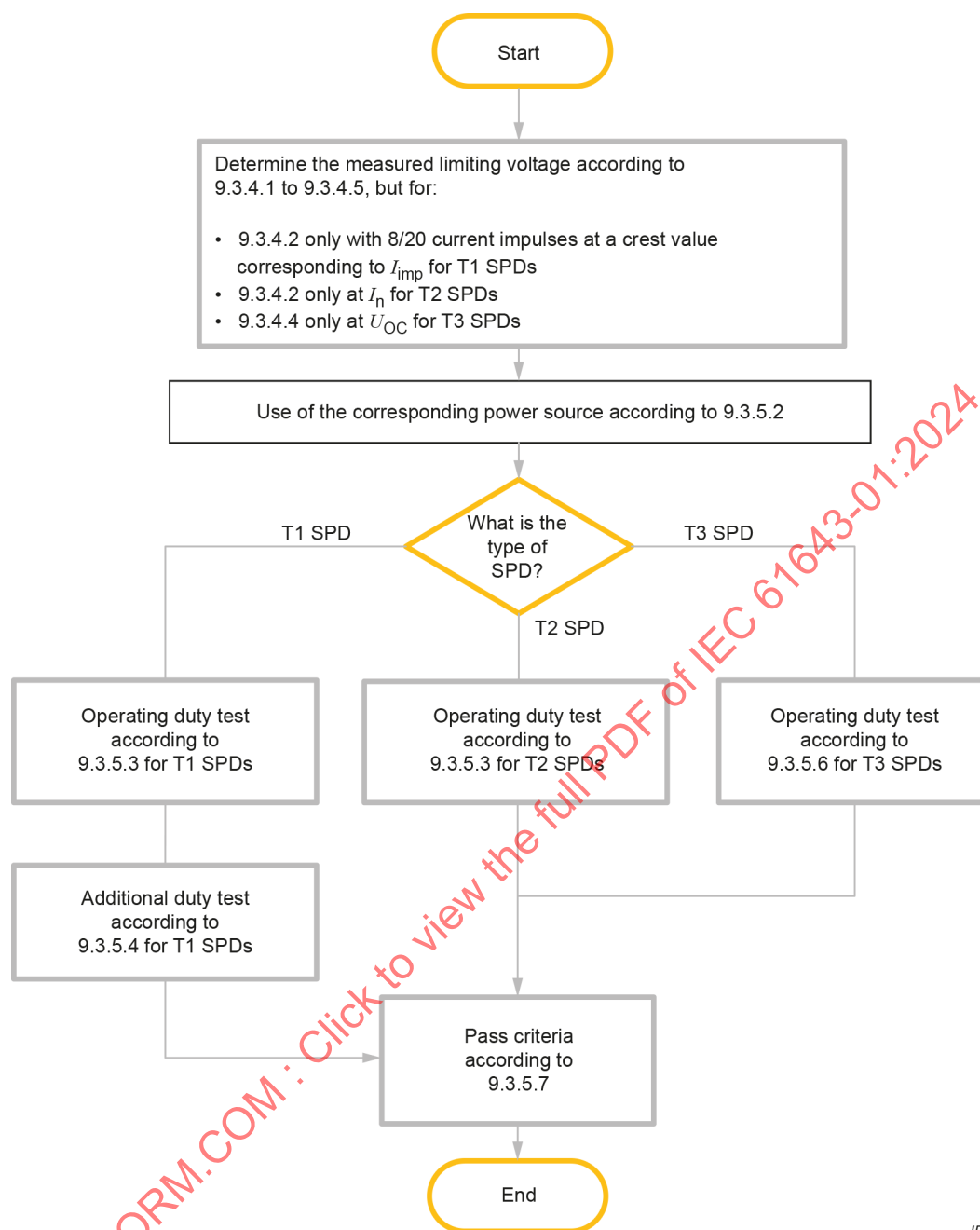
The pass criteria **B**, **C**, **G**, **I** and **M** according to Table 3 shall apply.

The measured limiting voltage shall not exceed the voltage protection level U_p as declared by the manufacturer.

9.3.5 Operating duty test

9.3.5.1 General

An overview is given in the flow chart for the operating duty test in Figure 7.



IEC

Figure 7 – Flow chart for the operating duty tests according 9.3.5.3, 9.3.5.4 and 9.3.5.6

This is a test in which service conditions are simulated by the application of a stipulated number of specified impulses to the mode of protection under test while it is energized at the maximum continuous operating voltage U_C using a source according to 9.3.5.2.

The test setup shall comply with the circuit diagram given in Figure 8.

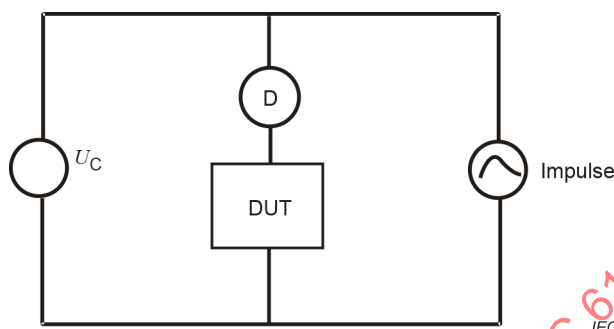
The measured limiting voltage shall be checked and shall be below or equal to U_P .

The measured limiting voltage shall be determined using the tests described in clause 9.3.4.

To avoid overstress of the samples, the measured limiting voltage test is performed:

- in accordance with 9.3.4.2 but only with 8/20 current impulses at a crest value corresponding to I_{imp} for T1 SPDs
- in accordance with 9.3.4.2 but only at I_n for T2 SPDs
- in accordance with 9.3.4.4 but only at U_{OC} for T3 SPDs

with one positive and one negative impulse applied.



Key

U_C Power source according 9.3.5.2

D SPD disconnectors, as specified by the manufacturer

DUT Device under test (SPD)

Impulse 8/20 current impulse for operating duty test according to 9.3.5.3, Impulse discharge current I_{imp} for additional duty test according to 9.3.5.4 or combination wave for operating duty test according to 9.3.5.6

Figure 8 – Example of test set-up for operating duty test

9.3.5.2 Power source characteristics for the operating duty test

9.3.5.2.1 General

The mode of protection under test shall be connected to a power source at U_C as described in the relevant subsequent part(s) of this test standard series.

9.3.5.2.2 SPD's modes of protection without follow current according to Annex B

The prospective short-circuit current of the power source shall be equal to or greater than 5 A.

9.3.5.2.3 SPD's modes of protection with follow current according to Annex B

The prospective short-circuit current of the power source shall be equal to I_{SCCR} declared by the manufacturer in accordance with 6.2, 17), except for modes of protection which are only assigned for connection between neutral or mid-point to PE in TT- and/or TN-Systems, for which the prospective short-circuit current shall be at least 100 A.

9.3.5.3 T1 SPD and T2 SPD operating duty tests

Three groups of five impulses of 8/20 current impulses of positive polarity shall be applied. The interval between the impulses is 50 s to 60 s, the interval between the groups is 30 min to 35 min.

The mode of protection under test is connected to a power source according to 9.3.5.2.

If an AC power source is required, each impulse shall be synchronized to the power frequency. Starting from 0° the synchronization angle shall be increased in steps of 30° with a tolerance of $\pm 5^\circ$ for each synchronization angle.

If a DC power source is required the polarity of the impulses shall be the same polarity as the power source.

After the application of each group of impulses and after the interruption of the last follow current (if any) the mode of protection under test shall remain energized without interruption for at least 1 min to check for re-ignition.

After the last group of impulses and the 1 min period the mode of protection under test either remains applied or is reapplied within less than 1 min to U_C for another 15 min to check for thermal stability (Pass criterion A). For that purpose, the short-circuit capability of the power source may be reduced to 5 A.

The timing diagram is described in Figure 9.

When testing T1 SPDs, 8/20 current impulses with a crest value corresponding to I_{imp} shall be applied.

When testing T2 SPDs, 8/20 current impulses with I_n shall be applied.

If an SPD is classified for T1 SPD and T2 SPD this test may be performed only once, but with the most severe set of parameters of both classifications, as this represents more stringent test conditions. In case the test result is negative, the operating duty tests shall be performed on separate sets of samples according to test procedures for T1 SPD and T2 SPD.

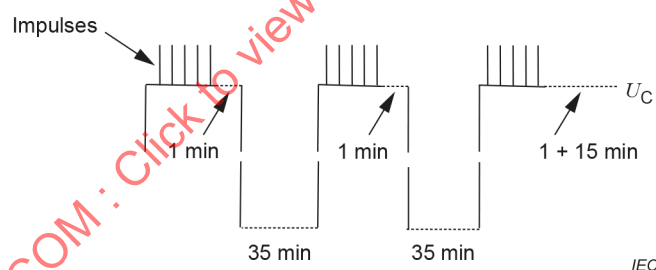


Figure 9 – Operating duty test timing diagram for T1 SPDs and T2 SPDs

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

All current impulses shall be recorded, and the current records shall show no sign of puncture or flashover of the samples.

9.3.5.4 Additional duty test for T1 SPD

This test is carried out by applying 5 current impulses of progressively increasing magnitude up to I_{imp} to the mode of protection under test.

The mode of protection under test shall be connected to a power source with U_C . The prospective short-circuit current of the power source shall be 5 A.

If an AC power source is required, each impulse shall be initiated at $90^\circ \pm 5^\circ$ electrical degrees of the power frequency.

After the application of each impulse and after interruption of each follow current (if any) the mode of protection under test shall remain energized without interruption for at least 1 min to check for re-ignition. After that period the mode of protection under test either remains applied or is reapplied within less than 1 min to U_C for another 15 min to check for thermal stability (Pass criterion A).

For that purpose, the short-circuit capability of the power source shall also be 5 A.

Current impulses with positive polarity shall be applied to the energized mode of protection under test as follows:

- One current impulse at $0,1 I_{imp}$; check thermal stability (Pass criterion A); cool down to ambient temperature.
- One current impulse at $0,25 I_{imp}$; check thermal stability (Pass criterion A); cool down to ambient temperature.
- One current impulse at $0,5 I_{imp}$; check thermal stability (Pass criterion A); cool down to ambient temperature.
- One current impulse at $0,75 I_{imp}$; check thermal stability (Pass criterion A); cool down to ambient temperature.
- One current impulse at $1,0 I_{imp}$; check thermal stability (Pass criterion A); cool down to ambient temperature.

The timing diagram is described in Figure 10.

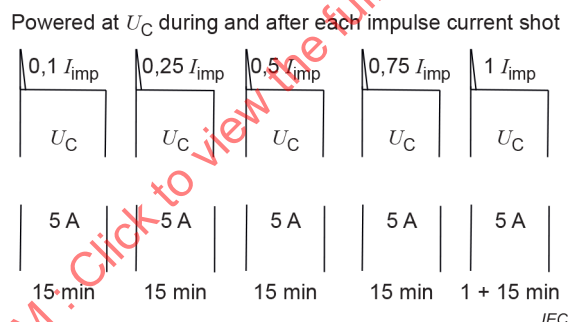


Figure 10 – Additional duty test timing diagram for T1 SPD

All current impulses shall be recorded, and the current records shall show no sign of puncture or flashover of the samples.

9.3.5.5 Additional test for T1 SPD and T2 SPD modes of protection with follow current according Annex B

This test only applies to SPD's modes of protection with follow current according to Annex B, but does not apply to modes of protection which are only assigned for connection between neutral or mid-point and PE in TT- and/or TN-Systems.

This test is only applicable to T1 SPDs with I_{imp} above 5 kA and T2 SPDs with I_n above 5 kA.

A flow chart for this additional test for SPDs with follow current is provided in Figure 11.

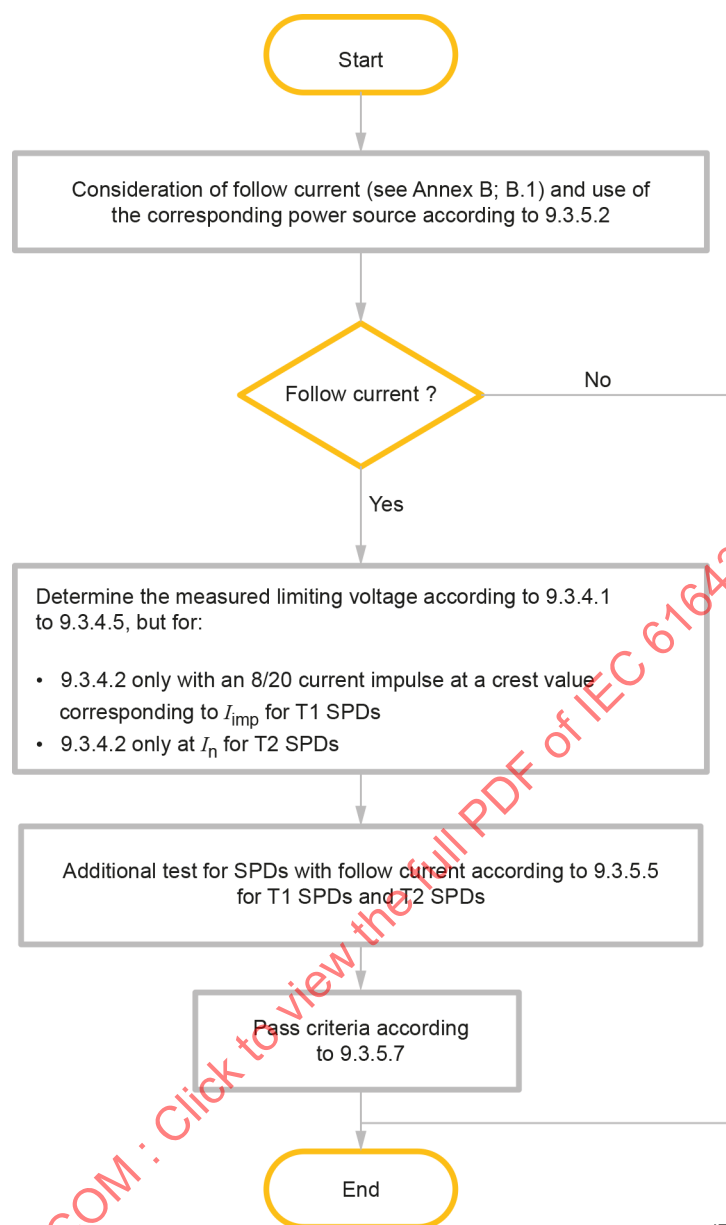


Figure 11 – Flow chart for the additional test for SPDs with follow current

This test shall be performed on a separate set of samples.

Before the test, the measured limiting voltage shall be checked and shall be below or equal to U_P .

The measured limiting voltage shall be determined using the tests described in 9.3.4.

To avoid overstress of the samples, the measured limiting voltage test is performed:

- in accordance with 9.3.4.2 but only with 8/20 current impulses at a crest value corresponding to I_{imp} for T1 SPDs
- in accordance with 9.3.4.2 but only at I_n for T2 SPDs

with one positive and one negative impulse applied.

The test setup shall comply with the circuit diagram given in Figure 8.

Six 8/20 current impulses of 3 kA with positive polarity shall be applied. The interval between the impulses shall be 60 s to 120 s.

The mode of protection under test is connected to a power source according to 9.3.5.2.3.

If an AC power source is required, each impulse shall be synchronized to the power frequency and the following phase angles shall be tested: 60°, 90°, 120°, 240°, 270° and 300° with a tolerance of $\pm 5^\circ$ electrical degrees.

If a DC power source is required the polarity of the impulses shall be the same polarity as the power source.

After the last impulse and after the interruption of the last follow current (if any) the mode of protection under test shall remain energized without interruption for at least 1 min to check for re-ignition.

In addition, the mode of protection under test either remains applied or is reapplied within less than 1 min to U_C for another 15 min to check for thermal stability (Pass criterion A). For that purpose, the short-circuit capability of the power source may be reduced to 5 A.

All current impulses shall be recorded, and the current records shall show no sign of puncture or flashover of the samples.

9.3.5.6 T3 SPD operating duty tests

The procedure according 9.3.5.3 shall be applied, but with impulses at U_{OC} applied with the combination wave generator.

9.3.5.7 Pass criteria for all operating duty tests, the additional duty test for T1 SPD and the additional test for T1 SPD and T2 SPD with follow current

The pass criteria **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** and **M** according to Table 3 shall apply.

9.3.6 Safety performance of overstressed SPDs

9.3.6.1 Temperature withstand test

The SPD is kept in a heated cabinet for 24 h at an ambient temperature of 80 °C or at 10 K above the maximum ambient temperature specified according to 6.2, 23) ± 5 K, whichever is higher.

The pass criteria **C**, **G** and **I** according to Table 3 shall apply and any sealing compound (including potting) used in the internal assembly shall not move to such an extent as to create a problem for the functionality of the SPD.

9.3.6.2 Thermal protection test

9.3.6.2.1 General

This test shall be performed in free air and the ambient temperature shall be between 20 °C and 30 °C.

For modes of protection under test with non-linear protective components connected in parallel, this test shall be performed for every single current path of the modes of protection under test which have a separate independent disconnecter, by disconnecting/interrupting all the remaining current paths. If components of the same type and parameters are connected in parallel and identical parts and construction are used for every single disconnecter section belonging to each of these components, testing of any three of these identical current paths may fulfil the three samples requirement.

Electronic circuits connected in parallel to the SPD main circuit may be disconnected for the test, but if provided for status indication purposes shall be reconnected right after the test only to check for correct indication according to pass criteria H.

The manufacturer shall provide samples prepared according to the above requirements.

9.3.6.2.2 Test settings

This test procedure addresses two different designs:

- For modes of protection or current paths under test containing only voltage limiting components the following procedure a) applies.
- For modes of protection or current paths under test containing both voltage limiting and voltage switching components in series the following procedures b) apply.

The test samples shall be connected to a power source as described in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643.

a) Test procedure for modes of protection or current paths under test having only voltage limiting components

The voltage shall be high enough to allow a current to flow through the modes of protection or current paths under test. For this test, the current is set to a constant value. The tolerance for the test current is $\pm 10\%$. The test is started at a value of 2 mA for the first sample, or at U_C , if the leakage current at U_C does already exceed 2 mA.

This value of current is then increased in steps of either 2 mA or 5 % of the previously adjusted test current, whichever is greater.

For the other two samples the starting point shall be changed from 2 mA to a current corresponding to 5 steps below the current value at which the first sample disconnected.

The outer surface temperature on the hottest spot of the housing of the SPD (for accessible SPDs only), the current through the modes of protection or current paths under test and the voltage across the modes of protection 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.

Each current step is maintained until the variation of temperature is less than 2 K within 10 min.

This test is interrupted if all non-linear components under test are electrically disconnected. Any further voltage increase shall be kept to a minimum in order to avoid any malfunction of disconnectors.

In case of doubt that all non-linear components are disconnected a visual inspection shall be performed.

NOTE 1 Uncontrolled cracking of components alone is not considered as a disconnection.

If the voltage across the modes of protection or current paths under test falls below 0,9 times U_{test} during the test, then:

- the current regulation is discontinued and the voltage is adjusted back to U_{test} , or
- the test sample is disconnected from the power supply and connected to a power source with higher current capability at U_{test} . The transition from the sensing of the voltage decrease to the connection of the test sample to the power source with higher current capability shall be as short as possible and shall not exceed 100 ms.

U_{test} is maintained for duration of 15 min. Continuous current monitoring is no longer required. The power source shall have a short-circuit current capability which will not limit the current before any disconnector or SC-means, if any, operates. The maximum current shall not exceed the short-circuit current rating declared by the manufacturer.

b) Test procedures for modes of protection or current paths under test having a voltage switching component in series with other components

b1) General test procedure

Any voltage switching component within the modes of protection or current path under test, which is connected in series with a voltage limiting component, shall be short-circuited by a copper wire or dummy with a diameter such that it does not melt during the test.

The manufacturer shall provide samples prepared according to the above requirement.

The mode of protection or current path under test is energized with a power source at U_{test} having a short-circuit current capability which will not limit the current before any disconnector or SC-means, if any, operates. The maximum current shall not exceed the short-circuit current rating declared by the manufacturer.

If no significant current flows, test procedure a) shall be performed with the samples having the short-circuited voltage switching components.

NOTE 2 The usage of "no significant current" infers that the mode of protection or current path under test has not entered its onset of conduction transition (i.e. mode of protection or current path under test remains thermally stable).

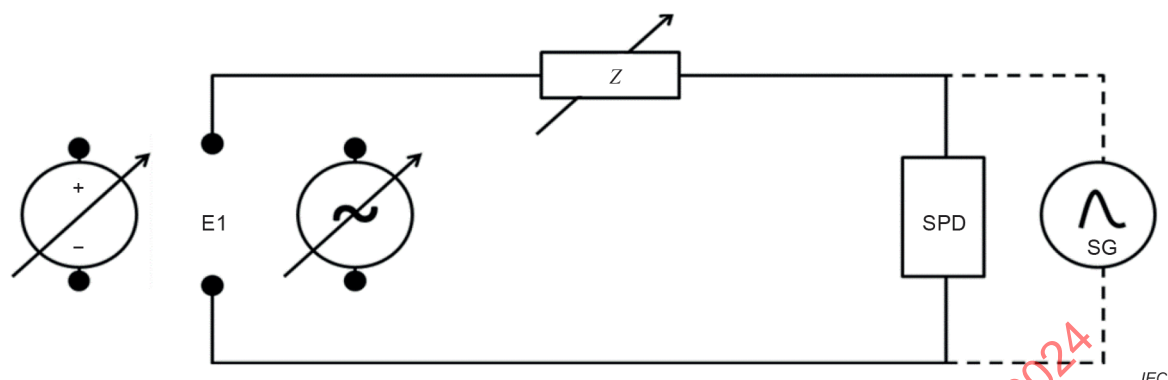
b2) Test procedure in case the voltage switching component has a significant influence to the test result

NOTE 3 A significant influence is expected in case the thermal disconnector is directly linked to the switching component.

This test is performed on unmodified samples. Test procedure a) shall be followed with the following modifications:

- Voltage and current may deviate from normal starting conditions of procedure a).
- The voltage shall be high enough to conduct the voltage switching component close to continuously. For AC power source, close to continuously means that the voltage switching component is conducting in each half-wave before the voltage peak is reached. For DC power source, close to continuously means that the voltage switching component is overall more than 75 % conducting and no interruption exceeds 5 ms.

An example of test circuit is given in Figure 12.



Key

- Z** Fixed or variable impedance to limit the current to its starting value under short circuit condition
- E1** Fixed or variable power source
- SG** Impulse generator intended to trigger conduction, if necessary to keep the voltage source E1 low (optional for use of a DC Source)

Figure 12 – Example for test circuit for thermal protection test

The current shall be limited by a fixed or variable impedance Z in order to adjust the current under test conditions.

NOTE 4 As an example with a fixed voltage and variable impedance, a current of 2 mA will flow in a circuit composed by a limiting component, that limits the voltage to 800 V, in series with a 400 k Ω impedance Z and a power source E1 having an open-circuit voltage of 1 600 V, considering that the internal impedance of the power source is negligible compare to the impedance Z .

The power source shall be able to supply the current without lowering its output voltage more than 10 % of its open-circuit voltage.

A linear power source shall preferably be used for E1, as an electronic regulated power source having a slow response time can cause untestable conditions.

The maximum open-circuit voltage of the power source E1 shall be limited to avoid any malfunction of the disconnect.

If a DC source is used and if the test voltage is not high enough to cause conduction in the voltage switching component, an impulse generator may be used in parallel with the test sample to trigger the switching component in order to keep the open circuit voltage as low as possible.

If the voltage across the mode of protection or current path under test falls below 0,9 times U_{test} during the test, then:

- the current regulation is discontinued, or
- the test sample is disconnected from the power supply and connected to a power source with higher current capability. The transition from the sensing of the voltage decrease to the connection of the test sample to the power source with higher current capability shall be as short as possible and shall not exceed 100 ms.

In both cases, the voltage may be adjusted to a lower value but at least to U_{test} to ensure that the voltage switching component is continuously conducted.

This voltage is maintained for duration of 15 min. Continuous current monitoring is no longer required.

In both cases, the source shall have a short-circuit current capability which will not limit the current before any disconnector or SC-means, if any, operates. The maximum short-circuit current shall not exceed the short-circuit current rating declared by the manufacturer.

9.3.6.2.3 Pass criteria

When OCM is declared, the pass criteria **C**, **H**, **I**, **J**, **M** and **O** according to Table 3 shall apply.

When SCM is declared, the pass criteria **C**, **I**, **M**, **P** and **Q** according to Table 3 shall apply.

For indoor SPDs the surface temperature rise shall not exceed 120 K during and after the test.

In addition, for accessible SPDs, five minutes after disconnection of all non-linear components under test the surface temperature rise shall not exceed 80 K.

9.3.6.3 Short-circuit current behaviour test

9.3.6.3.1 General

This test is only performed on modified samples of SPDs, for which the SPDA is classified OCM.

The test sample shall be mounted in accordance with the manufacturer's instruction and connected with conductors of the maximum cross-section according to 9.4.3, having a maximum length of 0,5 m each.

Except for SPDs according to 4.14.1.4 the sample preparation and testing shall be performed according 9.3.6.3.2 up to 9.3.6.3.5.

This test is performed with current settings according to 9.3.6.3.3 and 9.3.6.3.4. Each current setting is tested with a separate set of prepared test samples according to 9.3.6.3.2.

For SPDs according to 4.14.1.4, samples shall be prepared and tested according to Annex G.

9.3.6.3.2 Sample preparation

For modes of protection under test with non-linear overvoltage protective components described in 3.1.74 or 3.1.78 connected in parallel, separate sets of three samples shall be prepared in the manner described below for every single current path of the mode of protection under test which contains one non-linear component, or more non-linear components connected in series.

If components of the same type and parameters are connected in parallel and if identical parts and construction are used for every single disconnector section belonging to each of these components, testing of any three of these identical current paths fulfils the three samples requirement.

Except for SPDs according to 4.14.1.4, all voltage limiting components and all voltage switching components of the mode of protection under test shall be replaced by appropriate copper blocks (dummies) ensuring that the internal connections and their cross-section and surrounding material (e.g. resins) and packaging are not changed. If the mode of protection under test contains different current paths, this applies to each current path.

Samples according to the above requirements shall be provided by the manufacturer.

9.3.6.3.3 Test at the declared short-circuit current rating

The mode of protection under test shall be connected to a power source described in the relevant part of this test standard series at U_{test} . The prospective short-circuit current as declared by the manufacturer according to 6.2, 17) is applied at the connections of the SPDA (for SPDs declared with an external disconnector) or at the connections of the SPD (if no external disconnector is declared).

9.3.6.3.4 Test at low short-circuit current

The mode of protection under test shall be connected to a power source described in the relevant part of this test standard series at U_{test} .

The prospective short-circuit current is applied at the connections of the SPDA (for SPDs declared with an external disconnector) or at the connections of the SPD (if no external disconnector is declared).

The test value of the prospective short-circuit current shall be specified according to:

- 9.3.6.3.4 a) for disconnectors based on fuse, or
- 9.3.6.3.4 b) for disconnectors based on circuit breakers, or
- 9.3.6.3.4.c) for SPDs according to 4.14.1.3, 4.14.1.4, or 4.14.2.3

a) SPDs classified according to 4.14.1.1 or 4.14.2.1

If gG type fuses are specified by the SPD manufacturer for disconnectors, the prospective short-circuit current shall be selected according to the rated current of the fuse declared and according to Table 6 and 6.2, 18).

NOTE 1 Table 6 is based on Table 3 of IEC 60269-1:2014 and Table 102 of IEC 60269-2:2016, where the current leading to a maximum allowed pre-arcing time of 5 s is provided.

If other types of fuses complying with IEC 60269 series are specified, e.g. aM type fuses, the prospective short-circuit current shall be adjusted to the current, at which the maximum allowed pre-arcing time for that fuse is 5 s, following the same principle as stated in the previous note for gG type fuses.

Table 6 – Prospective short circuit current to be applied depending on the maximum overcurrent protection specified, for fuses of the gG type

Rated fuse current [A]	Prospective short circuit current [A]
2	9,2
4	18,5
6	28
8	35,2
10	46,5
12	55,2
16	65
20	85
25	100
32	150
40	190
50	250
63	320

Rated fuse current [A]	Prospective short circuit current [A]
80	425
100	580
125	715
160	950
200	1250
224	1450
250	1650
315	2200
400	2840
500	3800
630	5100
800	7000
1000	9500
1250	13000

The test is carried out once.

b) SPDs classified according to 4.14.1.2 or 4.14.2.2

If circuit breakers compliant with IEC standards are specified, the prospective short-circuit current shall be adjusted, according to 6.2, 18), at:

- a value equal to the upper limit of the instantaneous tripping current of the circuit breaker under test for circuit breakers complying with IEC 60898-1, IEC 60898-3 or IEC 61009 series, e.g. at 10 times the value of the rated current of a C-type circuit breaker compliant with IEC 60898-1, at 15 times the value of the rated current of a C-type circuit DC breaker compliant with IEC 60898-3.
- a value equal to 120 % of the given or required adjustment (by the SPD manufacturer) for the instantaneous tripping current for breakers complying with IEC 60947-2. When circuit breakers with adjustable set points or electronic circuit breakers are used in conjunction with the SPD, the settings that were used for the tests shall be included in the test report.

NOTE 2 For breakers compliant with IEC 60947-2, the instantaneous tripping current is defined as the rated instantaneous short-circuit current setting (I_i). See 2.20 of IEC 60947-2:2019.

The test is carried out once.

c) SPDs classified 4.14.1.3, 4.14.1.4 or 4.14.2.3

The prospective short-circuit current shall be adjusted to each of the following current values, and shall be interrupted within $5\text{ s }^{+0,5}_{-0}\text{ s}$.

For each of the required current settings a separate set of new samples, prepared as required in 9.3.6.3.1 is used.

- $I_{\min}$;
- $I_{\min} + 0,05 \times (I_{\text{SCCR}} - I_{\min})$;
- $I_{\min} + 0,1 \times (I_{\text{SCCR}} - I_{\min})$.

where

$I_{\min} = I_{\text{SCCRMIN}}$ (if declared according to 6.2, 40)) or $I_{\min} = 300 \text{ A}$ (if not declared), except for SPDs for circuits rated less or equal than 20 A where $I_{\min} = 100 \text{ A}$.

The test is carried out once at each value.

9.3.6.3.5 Pass criteria

During short-circuit tests, a current shall flow through the relevant current path under test in the mode of protection under test and it shall be interrupted by the specified disconnecter. If no current flows during the test, the device under test is not considered to comply with this document.

The pass criteria **C**, **H**, **I**, **J**, **K**, **M** and **N** according to Table 3 shall apply.

9.3.6.4 Dedicated overstress test

Test details are given in the relevant subsequent part(s) of IEC 61643.

9.3.6.5 Status indicators

The action of the coupling mechanism which operates any 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, e.g. 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 needs only be tested for 50 operations.

9.3.7 Insulation resistance

9.3.7.1 Sample preparation

Additional entry holes for cables, if there are any, are kept open. If there are any knockouts, one of them is opened. Coverings and other parts which are detachable without tools, are removed and undergo the same moisture treatment.

If the SPD contains dedicated modes of protection to PE, PEN or PEM, the corresponding terminals/connections shall be disconnected from the first protective component as close as possible to this component. The disconnection point shall be provided with sufficient dielectric withstand to stand the test voltages described in 9.3.8 without negatively influencing the test results. The first protective component can alternatively be changed to an insulating component with the same dimensions as the original protective component, to provide the required dielectric withstand for testing.

9.3.7.2 Test procedure

The moisture treatment is carried out in a humidity cabinet at a relative humidity of 93 % ± 3 % RH. The air temperature is kept at all points, where the test sample can be positioned, within $\pm 2 \text{ K}$ at a suitable temperature T between 20 °C and 30 °C. Before putting the test samples into the humidity cabinet, they shall have a temperature between T and $(T+4)$ in °C.

NOTE 1 In most cases the test samples can be brought to the required temperature, if they are kept at least 4 h at this temperature before the moisture treatment.

The test samples shall be kept in the humidity cabinet for 2 days (48 h).

NOTE 2 The required humidity can be achieved by putting in the humidity cabinet, a saturated hydrous solution of sodium sulphate (Na_2SO_4) or potassium nitrate (KNO_3), having a sufficient contact surface with the air.

After a delay of between 30 min and 60 min following the humidity treatment, the insulation resistance is measured 60 s after having applied a DC voltage of 500 V.

This measurement is carried out in the humidity cabinet or in the room into which the specimens were brought to reach the determined temperature, after having refitted the parts which might have been detached.

The expression "body" in the sense of this test includes:

- all touchable metal parts and a metal foil on surfaces of insulating material, which are touchable after installation as for normal use,
- the surface on which the SPD is mounted and any surface, that may get in contact with other devices or metal parts, covered with metal foil if necessary,
- screws and other facilities for fastening the SPD on its support,
- the PE, PEN or PEM terminals/connections, prepared according 9.3.7.1.

The metal foil is applied in such a way, that existing casting mass, if any, is effectively tested.

Further information regarding the application of the metal foil is provided in IEC TR 61643-03.

The measurement has to be performed as follows:

- a) Between all interconnected live parts of the SPD's main circuit(s) (all terminals being connected together, but excluding the PE, PEN or PEM terminals/connections) and the SPD's body.
- b) Between all interconnected live parts from each electrically separated circuit, if any, and the SPD's body.
- c) between all interconnected live parts of the SPD's main circuit(s) (all terminals being connected together, but excluding the PE, PEN or PEM terminals/connections) and all interconnected live parts of each electrically separated circuit, if any.
- d) between all interconnected live parts of any electrically separated circuit and all interconnected live parts of all other electrically separated circuits, if there is more than one.

9.3.7.3 Pass criteria

The insulation resistance shall not be lower than

- 5 MΩ for the measurements according to a) and b),
- 5 MΩ for the measurements according to c) and/or d), when the electrically separated circuit is provided with protective separation (double or reinforced insulation) from other circuits,
- 2 MΩ for the measurements according to c) and/or d), when the electrically separated circuit is provided with simple separation (basic insulation) from other circuits.

9.3.8 Dielectric withstand

9.3.8.1 General

SPDs are tested on the same set of samples within 60 min after the test according 9.3.7.

Impulse tests are performed with a 1,2/50 voltage impulse according to 7.1.2.2 of IEC 61180:2016. The impulse amplitude shall be adjusted to the required test value with a sample being connected to the output of the impulse generator. For each test, five positive impulses and five negative impulses are applied. The interval between consecutive impulses shall be at least 1 s for impulses of the same polarity and at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

NOTE If the voltage impulse wave shape complies with the more stringent requirements of 9.1.4 and the tolerance for the crest value is kept to $\pm 3\%$, this satisfies the impulse requirements of 7.1.2.2 of IEC 61180:2016.

AC tests are performed with a power source designed in such a way, that after having been adjusted to the required test voltage with a tolerance of $\pm 3\%$ at its open connections, it will generate a short-circuit current of at least 200 mA after short-circuiting the connections. For AC test voltages exceeding 3 kV, it is sufficient that the rated power of the test equipment is equal or greater than 600 VA.

An overcurrent relay, if any, shall only react if the test circuit current exceeds 100 mA. The device for measuring the test voltage shall have a precision of $\pm 3\%$ or less. SPDs are tested, starting with not more than half the required voltage. This voltage is then increased within 30 s to the full value, which is then maintained for 60 s.

9.3.8.2 Testing of the SPD's main circuits according to 9.3.7.2 a)

9.3.8.2.1 General

The main circuits of the SPD shall be subjected to an impulse test according to 9.3.8.2.2 and an AC test according to 9.3.8.2.3. Alternatively, but only with the agreement of the manufacturer, only the AC test according to 9.3.8.2.4 may be performed for simplification, which covers the impulse test according to 9.3.8.2.2 and the AC test according to 9.3.8.2.3, but which is more severe, specifically for solid insulation.

SPDs classified for outdoor use are additionally tested according to 9.3.8.2.4 between their connections with the internal surge protective components removed. During this test, the SPD is subjected to sprinkling according to 9.1 of IEC 60060-1:2010.

9.3.8.2.2 Impulse test

SPDs are tested with an impulse test voltage according to Table 7.

Table 7 – Dielectric impulse withstand test voltages for SPD main circuits

$U_{\max}$ V	impulse test voltage kV
$\leq 2\,000$ ^a	2,00
$\leq 4\,000$	4,00
$> 4\,000$ up to 6 000	6,00
$> 6\,000$ up to 8 000	8,00
^a This line is only applicable for SPDs with a U_C lower than or equal to 180 V.	

Altitude correction of the test voltage, depending on the altitude of the test laboratory, is required according to Table 14.

9.3.8.2.3 AC test

SPDs are tested with a test voltage according to Table 8.

Table 8 – Dielectric AC test voltages for SPD main circuits

SPD continuous operating voltage U_C V (AC / DC) ^a	AC test voltage ^b kV
$U \leq 150 / U \leq 210$	1,35
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	1,5
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	1,8
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	2,2
$1\,000 < U \leq 1\,500 / 1\,500 < U \leq 2\,100$	2,7
$1\,500 < U \leq 2\,000 / 2\,100 < U \leq 2\,800$	3,2
^a For SPDs, which are declared for AC and DC application, the U_C leading to the higher test voltage applies. ^b For DC-systems it is assumed that they are galvanically connected to an AC utility supply (no separation), therefore the potential AC system TOVs are also used to determine the required test voltage for DC SPDs.	

Altitude correction of the test voltage is not required.

9.3.8.2.4 Alternative AC test

SPDs are tested with a test voltage according to Table 9.

Table 9 – Dielectric AC test voltages for SPD main circuits

U_{max} V	AC test voltage kV
$\leq 2\,000$ ^a	1,41 ^b
$\leq 4\,000$	2,83 ^b
$> 4\,000$ up to 6 000	4,24
$> 6\,000$ up to 8 000	5,66
^a This line is only applicable for SPDs with a U_C lower than or equal to 180 V. ^b Or the test voltage according Table 8, whichever is higher.	

Altitude correction of the test voltage, depending on the altitude of the test laboratory, is required according to Table 14.

9.3.8.3 Testing of electrically separated circuits according to 9.3.7.2 b) to d)

9.3.8.3.1 General

The electrically separated circuits of an SPD shall be subjected to an impulse test according to 9.3.8.3.2 and an AC test according to 9.3.8.3.3 Alternatively, but only with the agreement of the manufacturer, only the AC test according to 9.3.8.3.4 may be performed for simplification, which covers the impulse test according to 9.3.8.3.2 and the AC test according to 9.3.8.3.3, but which is more severe, specifically for solid insulation.

9.3.8.3.2 Impulse test

SPDs are tested with an impulse test voltage according to Table 10.

Table 10 – Dielectric impulse withstand test voltages for separated circuits

rated system voltage for which the SPD is designed / rated voltage of the separated circuit ^a voltage line to neutral or midpoint V (AC / DC) ^b	For the SPD main circuits: allowed installation location for the SPD according to the manufacturers installation instructions		
	utility power distribution	fixed installation	portable
	For separated circuits: the overvoltage category assigned to the separated circuit according to 6.2, 39)		
	overvoltage category IV ^c kV	overvoltage category III ^c kV	overvoltage category II ^c kV
$U \leq 50 / U \leq 70$	1,5	0,8	0,5
$50 < U \leq 100 / 70 < U \leq 140$	2,5	1,5	0,8
$100 < U \leq 150 / 140 < U \leq 210$	4,0	2,5	1,5
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	6,0	4,0	2,5
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	8,0	6,0	4,0
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	12,0	8,0	6,0
Test voltages in the Table apply to basic insulation (simple separation). For testing double or reinforced insulation (protective separation) between circuits according to 9.3.7.2 c) and d) the corresponding test voltage shall be increased to the next higher test voltage value from this table and the test voltage of 12 kV shall be increased to 19,2 kV. ^a Between circuits of different voltage ratings, the highest voltage rating is taken for selection of the test voltage applied according to 9.3.7.2 c) and d). For the test voltage according to 9.3.7.2 b) the rated voltage of the separated circuit is taken for selection of the test voltage applied. ^b For DC systems it is assumed that they are galvanically connected to an AC utility supply (no separation), therefore the potential AC system TOVs are also used to determine the required test voltage for DC SPDs. ^c Overvoltage categories according to IEC 60664-1:2020.			

Altitude correction of the test voltage, depending on the altitude of the test laboratory, is required according to Table 14.

9.3.8.3.3 AC test

SPDs are tested with a test voltage according to Table 11.

Table 11 – Dielectric AC test voltages for separated circuits

rated system voltage for which the SPD is designed or rated voltage of the separated circuit ^a voltage line to neutral or midpoint V (AC / DC) ^b	AC test voltage
	kV
$U \leq 50 / U \leq 70$	0,35
$50 < U \leq 100 / 70 < U \leq 140$	0,81 ^c
$100 < U \leq 150 / 140 < U \leq 210$	1,35 ^d
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	1,5
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	1,8
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	2,2

Test voltages in the Table apply to basic insulation (simple separation). For testing protective separation (double or reinforced insulation) between circuits according 9.3.7.2 c) and d) the corresponding test voltage shall be doubled.

^a Between circuits of different voltage ratings, the highest voltage rating is taken for selection of the test voltage applied according to 9.3.7.2 c) and d).
For the test voltage according to 9.3.7.2 b) the rated voltage of the separated circuit is taken for selection of the test voltage applied.

^b For DC-systems it is assumed that they are galvanically connected to an AC utility supply (no separation), therefore the potential AC system TOVs are also used to determine the required test voltage for DC SPDs.

^c Test voltage determined by the TOVs to be expected in case of utility supply (see Table C.3 of IEC 61643-11:— for Japanese systems).

^d Test voltage currently based on TOVs according to IEC 60364-4-44. This may need reconsideration based on data provided for such systems (e.g. from US).

Altitude correction of the test voltage is not required.

9.3.8.3.4 Alternative AC test

SPDs are tested with a test voltage according to Table 12 or Table 13, as applicable.

Table 12 – Dielectric AC test voltages for separated circuits

rated system voltage for which the SPD is designed / rated voltage of the separated circuit ^a voltage line to neutral or midpoint V (AC / DC) ^b	For the SPD main circuits: allowed installation location for the SPD according to the manufacturers installation instructions		
	utility power distribution	fixed installation	portable
	For separated circuits: the overvoltage category assigned to the separated circuit according to 6.2, 39)		
	overvoltage category IV ^e kV	overvoltage category III ^e kV	overvoltage category II ^e kV
$U \leq 50 / U \leq 70$	1,06	0,57	0,35
$50 < U \leq 100 / 70 < U \leq 140$	1,77	1,06	0,81 ^c
$100 < U \leq 150 / 140 < U \leq 210$	2,82	1,77	1,35 ^d
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	4,24	2,82	1,77
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	5,66	4,24	2,82
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	8,49	5,66	4,24
^a Between circuits of different voltage ratings, the highest voltage rating is taken for selection of the test voltage applied according to 9.3.7.2 c) and d). For the test voltage according to 9.3.7.2 b) the rated voltage of the separated circuit is taken for selection of the test voltage applied. ^b For DC-systems it is assumed that they are galvanically connected to an AC utility supply (no separation), therefore the potential AC system TOVs are also used to determine the required test voltage for DC SPDs. ^c Test voltage determined by the TOVs to be expected in case of utility supply (see Table C.3 of IEC 61643-11:— for Japanese systems). ^d Test voltage currently based on TOVs according to IEC 60364-4-44. This may need reconsideration based on data provided for such systems (e.g. from US). ^e Overvoltage categories according to IEC 60664-1:2020.			

Table 13 – Dielectric AC test voltages between circuits with protective separation (double/reinforced insulation) according to 9.3.7.2 c) and d)

rated system voltage for which the SPD is designed / rated voltage of the separated circuit ^a voltage line to neutral or midpoint V (AC / DC) ^b	For the SPD main circuits: allowed installation location for the SPD according to the manufacturers installation instructions		
	utility power distribution	fixed installation	portable
	For separated circuits: the overvoltage category assigned to the separated circuit according to 6.2, 39)		
	overvoltage category IV ^e kV	overvoltage category III ^e kV	overvoltage category II ^e kV
$U \leq 50 / U \leq 70$	1,77	1,06	0,7
$50 < U \leq 100 / 70 < U \leq 140$	2,82	1,77	1,62 ^c
$100 < U \leq 150 / 140 < U \leq 210$	4,24	2,82	2,70 ^d
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	5,66	4,24	3,00 ^c
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	8,49	5,66	4,24
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	10,61	8,49	5,66
^a Between circuits of different voltage ratings, the highest voltage rating is taken for selection of the test voltage applied according to 9.3.7.2 c) and d). For the test voltage according to 9.3.7.2 b) the rated voltage of the separated circuit is taken for selection of the test voltage applied. ^b For DC-systems it is assumed that they are galvanically connected to an AC utility supply (no separation), therefore the potential AC system TOVs are also used to determine the required test voltage for DC SPDs. ^c Test voltage determined by the TOVs to be expected in case of utility supply (see Annex C of IEC 61643-11:—). ^d Test voltage currently based on TOVs according to Annex C of IEC 61643-11:—. This can require reconsideration based on data provided for such systems (e.g. from US). ^e Overvoltage categories according to IEC 60664-1:2020.			

Altitude correction of the test voltage, depending on the altitude of the test laboratory, is required according to Table 14.

9.3.8.4 Altitude correction

The values in Table 14 can be interpolated for other voltage values and can be divided by $\sqrt{2}$ for AC testing.

Table 14 – Impulse test voltages for verifying clearances at different altitudes

Rated impulse voltage $\hat{U}$	Impulse test voltage $\hat{U}$				
kV	kV				
	sea level	200 m	500 m	1 000 m	2 000 m
0,5	0,54	0,54	0,53	0,52	0,50
0,8	0,93	0,92	0,90	0,87	0,80
1,5	1,75	1,73	1,69	1,62	1,50
2,5	3,08	3,02	2,92	2,78	2,50
4,0	4,92	4,82	4,68	4,44	4,0
6,0	7,39	7,24	7,01	6,67	6,0
8,0	9,85	9,65	9,35	8,89	8,0
12,0	15,03	14,70	14,21	13,45	12,0
19,2	24,04	23,52	22,73	21,52	19,2

9.3.8.5 Pass criteria

During impulse tests, there shall be no disruptive discharge (sparkover, flashover or puncture).

For AC tests, arcing or puncturing shall not occur, however, partial discharges are accepted if the voltage change during the discharge is less than 5 %.

It is recommended that an oscilloscope or transient recorder be used to observe the impulse voltage in order to detect disruptive discharge.

9.3.9 Behaviour under temporary overvoltages (TOVs)

Test details are given in the relevant subsequent parts of IEC 61643.

9.4 Mechanical tests

9.4.1 General

The following tests shall apply without additions and exemptions to all subsequent parts of IEC 61643, unless otherwise stated.

9.4.2 Reliability of screws, current-carrying parts and connections

9.4.2.1 Test procedure

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.

Tests shall be made with the appropriate type of conductor having the maximum cross-section.

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 15 or according to the manufacturer's specification, whichever is greater.

The screws shall not be tightened in jerks.

The conductor is moved each time the screw is loosened.

Table 15 – 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.

9.4.2.2 Pass criteria

During the test, the screwed connections shall not loosen 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.

Enclosures and covers shall not be damaged. This shall be verified by visual inspection.

9.4.3 Tests for external connections for copper conductors

9.4.3.1 General

The SPD is connected according to the installation instructions and protected against undue external heating or cooling.

For each of the tests according to 9.4.3.2.1, 9.4.3.2.2, 9.4.3.3.1, 9.4.3.4.1 and 9.4.3.4.2.1, previously unused SPD connections and new conductors may be used.

Unless otherwise specified, the SPD is connected with conductors according to:

- Table 16, for two-port devices and one-port devices with separate input/output connections or,
- the manufacturer's instruction, for other one-port devices,
- or by flying leads, if any.

Table 16 – Cross-sections of copper conductors for screw-type or screwless terminals

Maximum continuous load current for two-port SPDs or one-port SPDs with separate input/output connections ^a	Range of nominal cross-sections to be clamped (single conductor)	
A	mm ²	American Wire Gauge
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
^a It is required that, for current ratings up to and including 50 A, connections be designed to clamp solid conductors as well as stranded conductors; the use of flexible conductors is permitted. Nevertheless, it is permitted that connections for conductors having cross-sections from 1 mm ² up to 6 mm ² be designed to clamp solid conductors only.		

9.4.3.2 Screw terminals and bolted connections

9.4.3.2.1 Clamping test

9.4.3.2.1.1 Test procedure

This test is performed with the smallest and largest cross-section area of flexible and rigid (solid and stranded) copper conductors as declared by the manufacturer.

Stranded copper conductors shall comply with Table 17.

Table 17 – Conductor dimensions

Range of nominal cross-sections to be clamped mm ²	Stranded conductor
	Number of wires
0,5 to 6 ^a	7
up to 35	7
> 35	IEC 60999-2:2003, Annex C
^a If the connection is intended to clamp solid conductors only (see table footnote of Table 16), the test is not performed.	

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

The conductor is inserted into the connection 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 or nuts are then tightened with a suitable screwdriver or spanner applying a torque equal to two-thirds of that shown in the appropriate column of Table 15 or according to the manufacturer's specification, whichever is greater.

The clamping screws or nuts are then loosened and the part of the conductor which may have been affected by the connection is inspected.

9.4.3.2.1.2 Pass criteria

After the test, no strand of the conductor shall have slipped out of the SPD connection. 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, connections shall not loosen 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 connection.

9.4.3.2.2 Pull-test

9.4.3.2.2.1 Test procedure

For this test, copper conductors are clamped into the connections according to 9.4.3.2.1.1.

Each conductor is then subjected to the corresponding pull force according to Table 18. The pull is applied without jerks, for 1 min, in the direction of the axes of the conductor.

Table 18 – Pulling forces (screw terminals and bolted connections)

Cross-section of conductor accepted by the terminal mm ²	≤ 0,34	0,5 0,75	1,0	1,25 1,5 2,0 2,5	3,5 4,0	5,5 6,0	8,0 10	14 16	22 25 35 38 50
Pull force N	10	20	30	40	50	60	80	90	100

9.4.3.2.2.2 Pass criteria

After the test, no strand of the conductor shall have slipped out of the connection. The conductor shall neither show undue damage nor any broken strands. Conductors are considered to be unduly damaged, if they show deep or sharp indentations.

9.4.3.3 Screwless terminals

9.4.3.3.1 Pull-test

Compliance is checked by the following tests.

This test is performed with the smallest and largest cross-section of flexible and rigid (solid and stranded) copper conductors as declared by the manufacturer.

Stranded copper conductors shall comply with Table 17.

Each conductor is then subjected to the corresponding pull force according to Table 19. The pull is applied without jerks for 1 min in the direction of the axis of the conductor.

Table 19 – Pulling forces (screwless terminals)

Cross-sectional area mm ²	0,2	0,34	0,5	0,75	1,0	1,25 1,5	2,0 2,5	3,5 4,0	5,5 6,0	8,0 10	14 16	22 25	35 38
Pull force N	10	15	20	30	35	40	50	60	80	90	100	135	190

9.4.3.3.2 Pass criteria

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

9.4.3.4 Insulation piercing connections

9.4.3.4.1 Pull test on connections designed for single core conductors

9.4.3.4.1.1 Test procedure

This test is performed with the smallest and largest cross-section area of flexible and rigid (solid and stranded) copper conductors as declared by the manufacturer.

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 19.

9.4.3.4.1.2 Pass criteria

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

9.4.3.4.2 Pull test on connections designed for multi-core cables or cords

9.4.3.4.2.1 Test procedure

The pull-out test on the SPD connections designed for multi-core cables or cords is carried out as for single core conductors, except that the pull force is applied to the entire multi-core 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 19).

9.4.3.4.2.2 Pass criteria

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

9.4.3.5 Flat quick connect terminations

The flat quick connect termination shall comply with IEC 61210, but for electrical testing only those tests which are applicable to the unmodified SPD need to be performed.

9.4.3.6 Flying leads (pigtail connections)

9.4.3.6.1 Pull test on flying lead conductors

Compliance of an integral flying lead, intended to be connected in the field to the power system, shall be checked by the following tests.

A flying lead and anchorages shall withstand without damage or detachment a direct pull of 89 N for one minute, applied to the lead from any angle which the construction or the device will allow.

9.4.3.6.2 Pass criteria

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

9.4.4 Verification of air clearances and creepage distances

9.4.4.1 General

SPDs shall at least be designed for pollution degree 2.

NOTE 1 Pollution degree 2 is sufficient for domestic environments.

SPDs for more stringent environmental applications require special precautions, e.g. an appropriate SPD housing or an additional enclosure, which will ensure pollution degree 2 for the SPDs.

NOTE 2 SPD-housings without ventilation openings are considered to provide adequate protection to limit the pollution sufficiently to allow the application of pollution degree 2 requirement to internal creepage distances.

SPDs for outdoor and out of reach applications shall be designed for pollution degree 4. This may be reduced to pollution degree 3 for internal distances, if they are covered by an adequate housing ensuring pollution degree 3 conditions.

The electrode spacing of spark gaps shall not be considered for the determination of air clearances and creepage distances.

Evaluation of creepage distances and air clearances between live parts and surfaces shall respect the information provided in IEC TR 61643-03 regarding the metal foil application. Only the yellow and red surfaces shown there are considered for the creepage distances and air clearances verification at terminal inlet openings.

NOTE 3 This does not affect the judgement of creepage distances and air clearances between terminal inlet openings belonging to different potentials.

Measurement of clearances and creepage distances shall be done according to 6.8 of IEC 60664-1:2020.

9.4.4.2 Pass criteria

The air clearances and creepage distances shall not be smaller than the values indicated in Table 20, Table 21 and Table 22.

Table 20 – Air clearances for SPD main circuit(s)

$U_{\max}$	$\leq 2\,000\text{ V}^d$	$\leq 4\,000\text{ V}$	$> 4\,000\text{ V}$ and $\leq 6\,000\text{ V}$	$> 6\,000\text{ V}$ and $\leq 8\,000\text{ V}$
c	Air clearances in millimetres			
1) Between live parts of different polarity	1,5	3	5,5	8
2) Between live parts and				
– screws and other means to fasten a covering, having to be detached for mounting the SPD	1,5	3	5,5	8
– fastening surfaces ^(b)	3	6	11	16
– screws or other means for fastening the SPD ^(b)	3	6	11	16
– bodies ^(a and b)	1,5	3	5,5	8
^a For definition, see 9.3.7.2 a). ^b If clearances between live parts of the device and the metallic screen or the surface on which the SPD is mounted are dependent on the design of the SPD only and cannot be reduced when the SPD is mounted in the least favourable position (even in a metallic enclosure), the values of line 1) are sufficient. ^c The air clearances shall be checked with movable parts in their most unfavourable position. ^d This column is only applicable for SPDs with U_C lower or equal to 180 V. For altitudes exceeding 2 000 m refer to IEC 60664-1:2020, Table F.2. Use $U_{\max}$ as input parameter and correct the corresponding minimum air clearances in the columns for Case A (inhomogeneous field conditions) according to 5.2.3.4 of IEC 60664-1:2020, to determine the required clearances. But in any case, the minimum requirements according to Table 20 of this document shall be fulfilled for mechanical reasons.				

Table 21 – Air clearances for electrically separated circuits

Required impulse withstand voltage ^a	Minimum clearances in air up to 2 000 m above sea level		
	Pollution degree		
	1	2	3
kV	mm	mm	mm
0,33 ^b	0,01	0,2 ^{c, d}	0,8 ^d
0,40	0,02		
0,50 ^b	0,04		
0,60	0,06		
0,80 ^b	0,10		
1,0	0,15		
1,2	0,25	0,25	0,8 ^d
1,5 ^b	0,5	0,5	
2,0	1,0	1,0	1,0
2,5 ^b	1,5	1,5	1,5
3,0	2,0	2,0	2,0
4,0 ^b	3,0	3,0	3,0
5,0	4,0	4,0	4,0
6,0 ^b	5,5	5,5	5,5
8,0 ^b	8,0	8,0	8,0
10	11	11	11
12 ^b	14	14	14
15	18	18	18
18	22	22	22
19,2	24	24	24

Between circuits of different voltage ratings the highest impulse withstand voltage rating is decisive for the clearances.

^a This voltage is equal to the required test voltage according to Table 10

^b Preferred values

^c For printed wiring material, the values for pollution degree 1 apply except that the value shall not be less than 0,04 mm. A protection by means of a solder resist of high quality is the minimum requirement to allow this clearance reduction.

^d The minimum clearances given for pollution degrees 2 and 3 are based on the reduced withstand characteristics of the associated creepage distance under humidity conditions.

For altitudes exceeding 2 000 m the minimum air clearances according to Table 21 shall be corrected according to 5.2.3.4 of IEC 60664-1:2020.

Table 22 – Creepage distances for SPDs

Voltage AC RMS or DC b, c, e V	Minimum creepage distances in millimetres								
	Printed wiring material ^f		Pollution degree						
	Pollution degree								
	1	2	1	2			3		
	All material groups	All material groups, except IIIb	All material groups	Material group ^a			Material group ^a		
I				II	III	I	II	III ^d	
10	0,025	0,040	0,080	0,400	0,400	0,400	1,000	1,000	1,000
12,5	0,025	0,040	0,090	0,420	0,420	0,420	1,000	1,050	1,050
16	0,025	0,040	0,100	0,450	0,450	0,450	1,100	1,100	1,100
20	0,025	0,040	0,110	0,480	0,480	0,480	1,200	1,200	1,200
25	0,025	0,040	0,125	0,500	0,500	0,500	1,200	1,250	1,250
32	0,025	0,040	0,14	0,53	0,53	0,530	1,30	1,30	1,30
40	0,025	0,040	0,16	0,56	0,80	1,10	1,40	1,60	1,80
50	0,025	0,040	0,18	0,60	0,85	1,20	1,50	1,70	1,90
63	0,040	0,063	0,20	0,63	0,90	1,25	1,60	1,80	2,00
80	0,063	0,100	0,22	0,67	0,95	1,30	1,70	1,90	2,10
100	0,100	0,160	0,25	0,71	1,00	1,40	1,80	2,00	2,20
125	0,160	0,250	0,28	0,75	1,05	1,50	1,90	2,10	2,40
160	0,250	0,400	0,32	0,80	1,10	1,60	2,00	2,20	2,50
200	0,400	0,630	0,42	1,00	1,40	2,00	2,50	2,80	3,20
250	0,560	1,000	0,56	1,25	1,80	2,50	3,20	3,60	4,00
320	0,75	1,60	0,75	1,60	2,20	3,20	4,00	4,50	5,00
400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4,0	5,0	5,6	6,3
500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5,0	6,3	7,1	8,0
630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8,0	9,0	10,0
800	2,4	4,0	2,4	4,0	5,6	8,0	10,0	11,0	12,5
1 000	3,2	5,0	3,2	5,0	7,1	10,0	12,5	14,0	16,0
1250			4,2	6,3	9,0	12,5	16,0	18,0	20,0
1600			5,6	8,0	11,0	16,0	20,0	22,0	25,0
2000			7,5	10,0	14,0	20,0	25,0	28,0	32,0
2500			10,0	12,5	18,0	25,0	32,0	36,0	40,0

Between circuits of different voltage ratings the highest voltage is decisive for the creepage distances.
For protective separation (double or reinforced insulation) the corresponding creepage distance shall be doubled.
Any creepage distance shall not be smaller than the corresponding clearance requirement.

- ^a For further information on material groups refer to Table 23.
- ^b This voltage is:
- for functional insulation, the working voltage,
 - for basic and supplementary insulation of the circuit energized directly from the supply mains, the voltage rationalized through Table F.3 or Table F.4 of IEC 60664-1:2020.
 - for basic and supplementary insulation of a system, equipment and internal circuits not energized directly from the mains supply, the highest RMS voltage which can occur in the system, equipment or internal circuit when supplied at rated voltage and under the most onerous combination of conditions of operation within equipment rating.
- ^c For SPD's main circuit(s), this column refers to U_C .
- ^d Material IIIb is not recommended for application in pollution degree 3 above 630 V.
- ^e Linear interpolation between two values of voltage is allowed. For interpolation the same number of decimal digits should be used.
- ^f A protection by means of a solder resist of high quality is the minimum requirement to allow this clearance reduction.

Table 23 – Relationship between material groups and classifications

Material group I	$600 \leq CTI$
Material group II	$400 \leq CTI < 600$
Material group IIIa	$175 \leq CTI < 400$
Material group IIIb	$100 \leq CTI < 175$
Relationship between material groups and classifications are according to IEC 60112 (Comparative Tracking Index (CTI) values, using solution A).	

The measurements are carried out without conductors as well as with conductors of the largest cross-section specified by the manufacturer. Nuts and screws with out-of-round heads are assumed to be in the least favourable tightening position.

If there is a partition, the air clearance is measured across the partition; where the partition consists of two parts which are not joined together, the air clearance is measured through the separating gap. Distances due to slits or holes in outer parts out of isolating material are measured against a metal foil on the touchable surface. For this purpose, the foil is not pressed into the holes, but it shall be pushed into corners and similar by means of the test finger according to IEC 60529.

If metal parts are covered with self-hardening resin of a least 2 mm thickness, or if they are covered with insulation, withstanding a test voltage according to 9.3.8, creepage distances and air clearances are not necessary.

Casting material or resin shall not come over the rim of the cavity. It shall adhere to the walls of the cavity and the metal parts in it. This is checked by visual inspection and by attempting to detach the casting material or resin without the use of a tool.

9.4.5 Mechanical strength

9.4.5.1 Impact test

SPDs shall have adequate mechanical strength 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 13 and Figure 14.

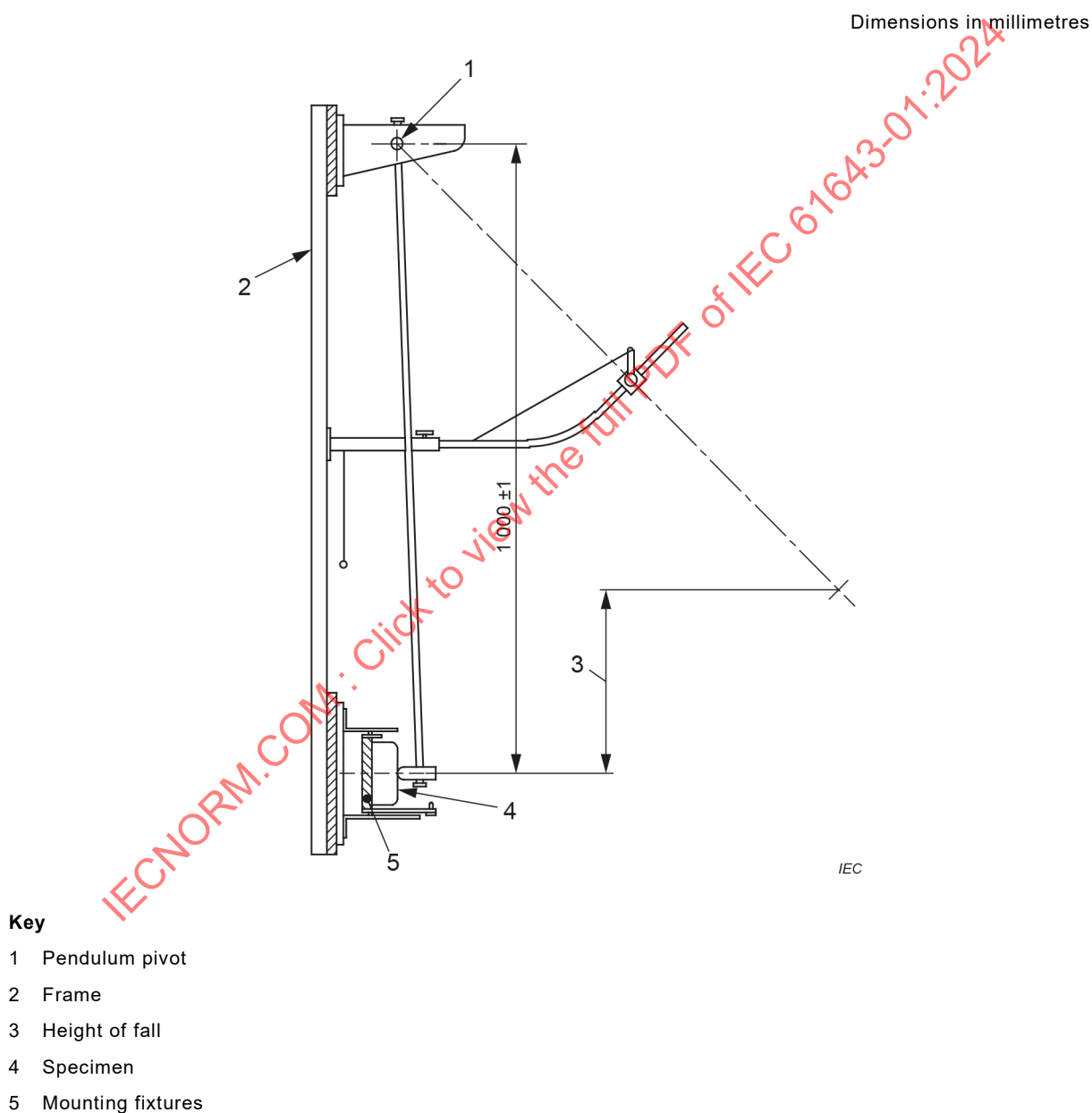
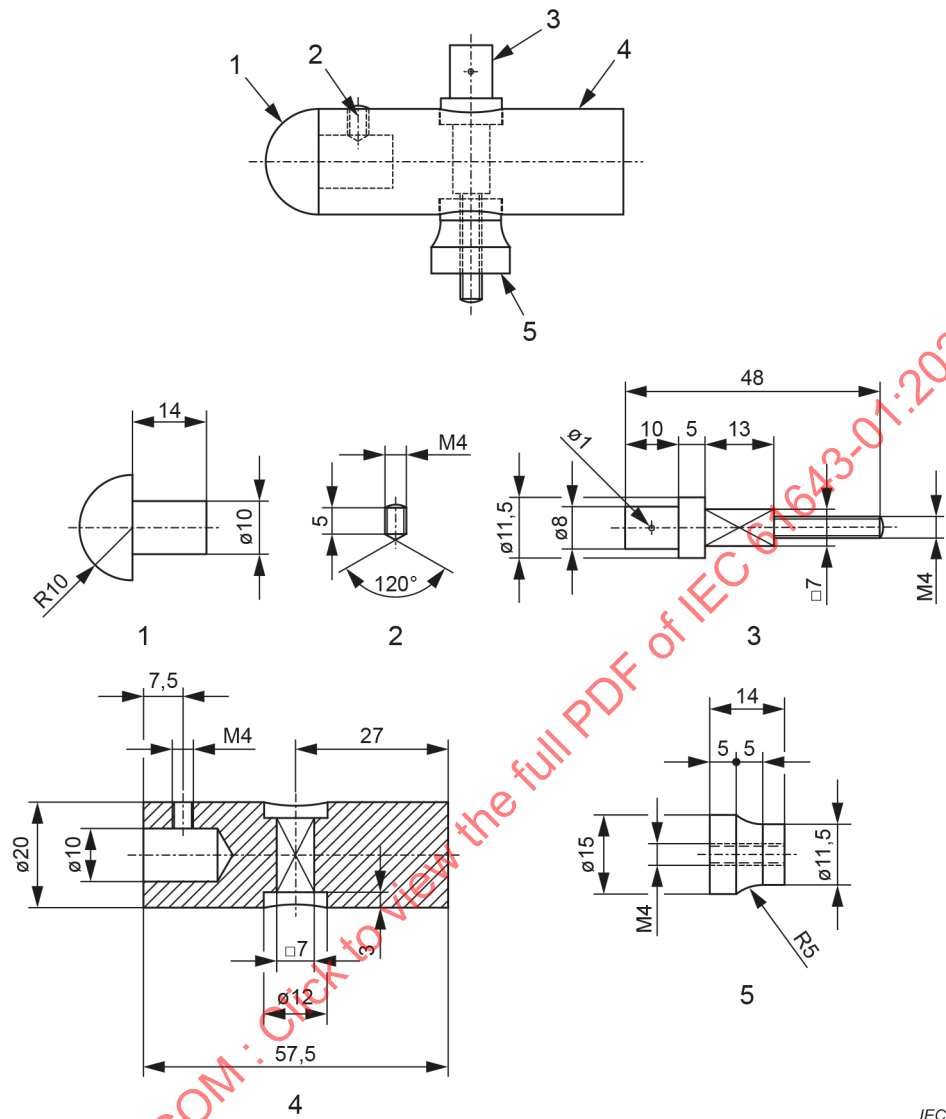


Figure 13 – Test apparatus for impact test

Dimensions in millimetres



IEC

Key

- 1 Polyamide
- 2, 3, 4, 5 Steel Fe 360

Figure 14 – Striking element of the pendulum hammer

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 kg $\pm$ 1 kg and shall be mounted on a rigid frame.

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-mounted 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- mounted screw fixing SPDs shall be fixed by means of screws to lugs recessed in the block. Flush- mounted 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 15.

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 Table 24.

Table 24 – Fall distances for impact requirements

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.

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.

9.4.5.2 Pass criteria

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.

9.5 Environmental and material tests

9.5.1 Resistance to ingress of solid objects and to harmful ingress of water

Testing shall be carried out in accordance with IEC 60529 to check the IP code.

9.5.2 Heat resistance

9.5.2.1 Heat test

9.5.2.1.1 Test procedure

The SPD is kept in a heated cabinet at a temperature of 100 °C or at 20 K above the maximum ambient temperature specified according to 6.2, 23) ±5 K, whichever is higher, for the duration of 1 h.

9.5.2.1.2 Pass criteria

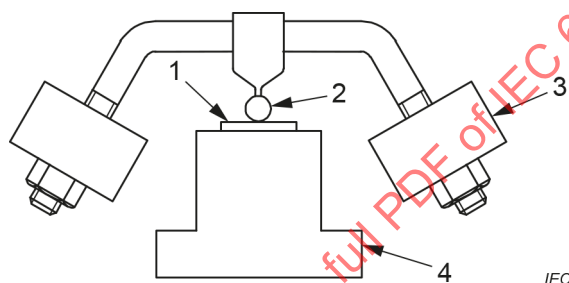
The pass criteria **C** and **I** according to Table 3 and the following additional pass criteria shall apply:

- any sealing compound (including potting) used in the internal assembly shall not move to such an extent as to create a problem for the functionality of the SPD;
- when OCM is declared, the SPD is deemed to have passed the test even if a disconnecter has opened;
- when SCM is declared, the SPD is deemed to have passed the test even if a SC-means has operated.

9.5.2.2 Ball pressure test

9.5.2.2.1 Test procedure

Outer parts of SPDs consisting of insulating material, except ceramic parts, are submitted to a ball pressure test by means of a loading device as shown in Figure 15 and Figure 16.

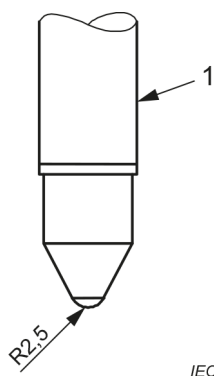


Key

- 1 Test specimen
- 2 Pressure ball
- 3 Weight
- 4 Specimen support

Figure 15 – Ball pressure test arrangement

Dimensions in millimetres



Key

- 1 Loading rod

Figure 16 – Pressure ball of loading device

Parts of insulating material necessary to retain current carrying parts and parts of the PE circuit in position are tested in a heating cabinet at $125\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ or at the maximum ambient temperature specified according to 6.2, 23) $+30\text{ K}$, whichever is higher.

Parts of insulating material not necessary to retain current carrying parts and parts of the PE circuit in position, even though they are in contact with them, are tested at $70\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ or at the maximum ambient temperature specified according to 6.2, 23), whichever is higher.

The sample to be tested shall comply with Clause 6 of IEC 60695-10-2:2014 and is fastened accordingly, its surface being positioned horizontally; a steel ball having a diameter of $5\text{ mm} \pm 0,05\text{ mm}$ is pressed against the surface with a force of $20\text{ N} \pm 0,2\text{ N}$.

The loading device shall remain on the test specimen for a period of $60\text{ min}^{+2}_{-0}\text{ min}$.

After removal of the loading device:

- a) the test specimen shall be placed into water at $20\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ (at the time of immersion) within 10 s, then
- b) the test specimen shall remain immersed in the water for $6\text{ min} \pm 2\text{ min}$, then after removal from the water, remove all visible traces of water and measure the diameter of the ball indentation within 3 min.

9.5.2.2.2 Pass criteria

The diameter of the ball indentation shall not exceed 2 mm.

9.5.3 Resistance to abnormal heat and fire

9.5.3.1 General

The glow wire test is performed in accordance with Clauses 4 to 11 of IEC 60695-2-11:2021 under the following conditions:

- for external parts of SPDs made of insulating material necessary to retain in position current-carrying parts and parts of the protective circuit, by the test made at a temperature of $850\text{ °C} \pm 15\text{ K}$;
- for all other external parts made of insulating material, by the test made at a temperature of $650\text{ °C} \pm 10\text{ K}$.

The test is not made on parts of ceramic material and parts with lower size than defined in 4.1 of IEC 60695-2-11:2021.

If the insulating parts are made of the same material, the test is carried out only on one of these parts, according to the appropriate glow-wire test temperature.

NOTE The glow-wire test is applied to ensure that an electrically heated test wire under defined test conditions does not cause ignition of insulating parts, or to ensure that a part of insulating material, which might be ignited by the heated test wire under defined conditions, has a limited time to burn without spreading fire by flame or burning parts or droplets falling down from the tested part.

The test is made on one sample.

In case of doubt, the test is repeated on two additional samples.

The test is made by applying the glow-wire once.

The sample shall be positioned during the test in the least favourable position of its intended use (with the surface tested in a vertical position).

The tip of the glow-wire shall be applied to the specified surface of the test sample taking into account the conditions of intended use under which a heated or glowing element may come into contact with the sample.

9.5.3.2 Pass criteria

The sample is regarded as having passed the glow-wire test if

- there is no visible flame and no sustained glowing, or if
- flames and glowing parts on the sample extinguish themselves within 30 s after the removal of the glow-wire.

There shall be no ignition of the tissue paper or scorching of the wooden board.

9.5.4 Tracking resistance

The test is performed according to IEC 60112, solution A with a test voltage depending on the measured creepage distances and the required material group according to 9.4.4.

NOTE Manufacturer's material data sheets often provide Comparative Tracking Index (CTI) values, while for product type testing the shorter Proof Tracking Index (PTI) test procedure is preferably used.

9.5.5 Life test under damp heat

9.5.5.1 Test procedure

The test is carried out according to IEC 60068-2-78.

The samples are placed in a climatic chamber for 500 h (± 1 h), adjusted to a temperature of $40\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ K}$, and with a relative humidity of 93 % (± 3 %). The mode of protection under test is connected to a test source having a prospective short-circuit current of at least 100 mA and adjusted to a DC voltage of U_C during the complete test.

9.5.5.2 Pass criteria

One hour ± 10 min after removal of the samples from the climatic chamber, the pass criteria **C**, **E** and **G** according to Table 3 shall apply.

9.6 Additional tests for specific SPD designs

9.6.1 Tests for two-port SPDs and one-port SPDs with separate input/output connections

9.6.1.1 Rated load current (I_L)

9.6.1.1.1 Test procedure

The SPD shall be connected according to the manufacturer's instructions to a power source at U_{test} , using a cable with a nominal cross-section as specified in Table 25.

The minimum length of each of the conductors shall be 1 m for rated cross-sections up to and including 10 mm^2 (AWG 8), and 2 m for larger rated cross-sections.

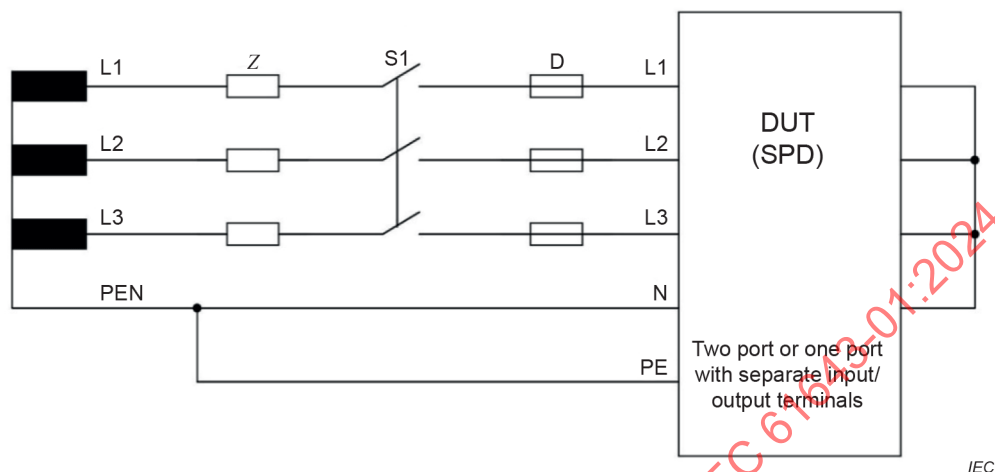
Alternatively, a current source may be used, if the voltage drop needs not to be measured (see 8.6.5.1). For both kind of sources, the test current shall be adjusted to the rated load current as declared by the manufacturer according to 6.2, 8).

The test shall be performed at rated load current for 2 h or until thermal equilibrium is reached, whichever is longer. Additional cooling of the SPD is not permitted.

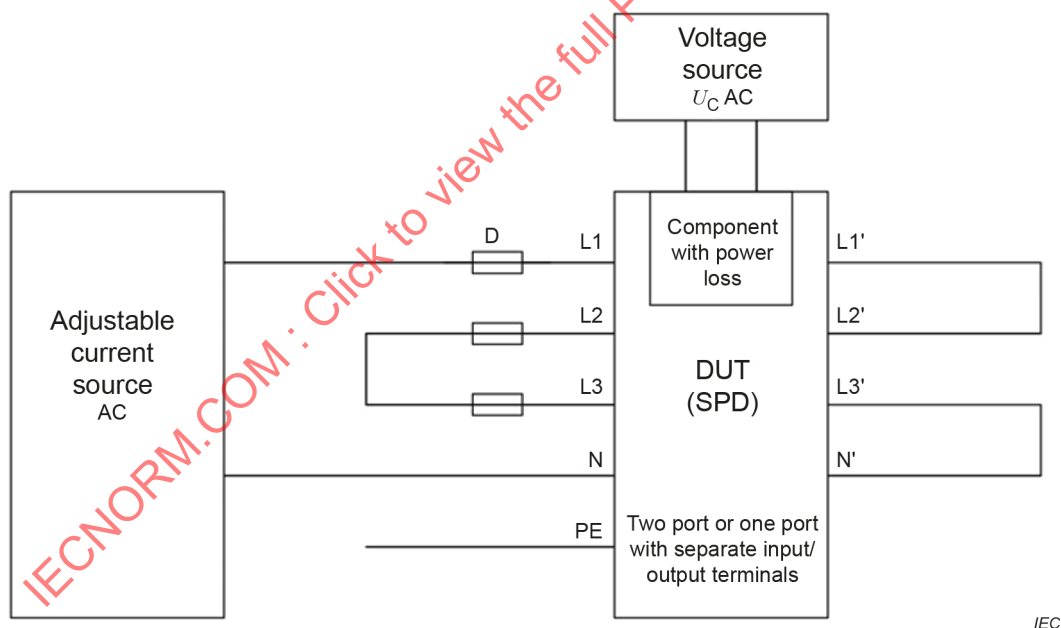
The test may be conducted at reduced voltage.

If the SPD contains electronic circuits requiring supply at U_{test} , the samples may be modified to allow these circuits to be separately energised at U_{test} .

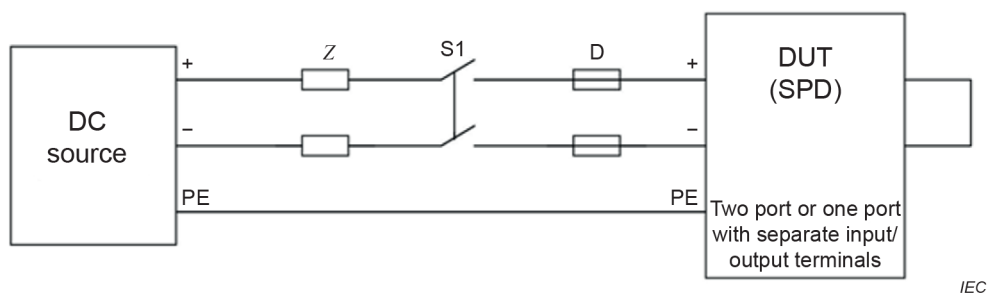
Examples of appropriate test circuits are given in Figure 17.



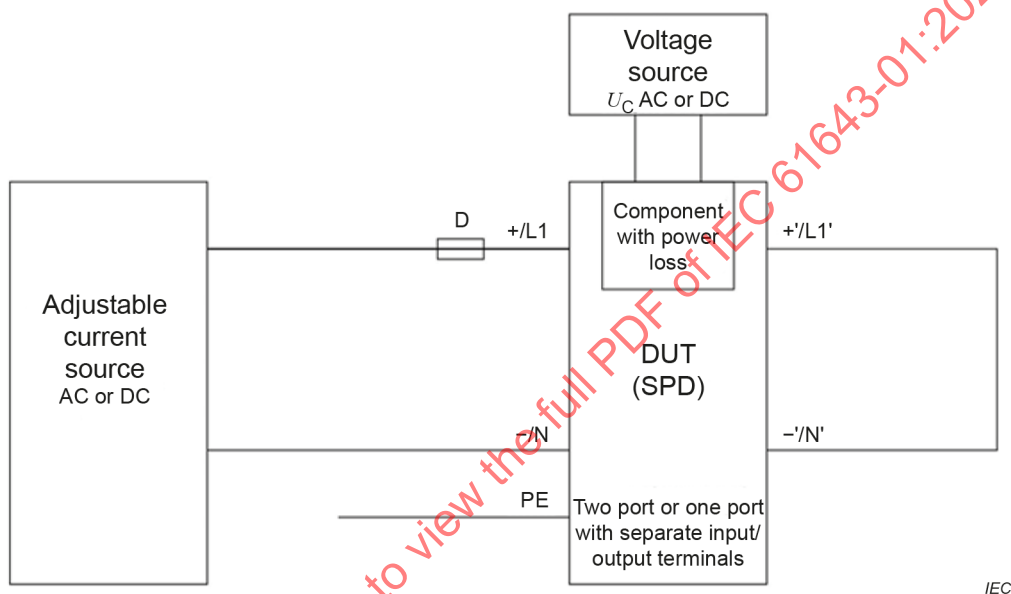
a) Test circuit using a 3 phase AC power supply



b) Test circuit using an adjustable single-phase AC current source and "feeding through" all the SPD's load current paths



c) Test circuit using a DC power supply



d) Test circuit using an adjustable AC or DC current source and "feeding through" all the SPD's load current paths

Key

- S1 Main switch
- D All disconnectors required by the manufacturer (including the maximum recommended overcurrent protection according to manufacturer's instructions)
- DUT Device under test
- Z Current limiting impedance to adjust the rated load current of the power supply

Figure 17 – Examples of appropriate test circuits for the rated load current test

Table 25 – Test conductors for rated load current test

Test current [A]		Cross section (Cu)		
Greater than	Less or equal	[mm ²]	AWG/MCM	Japanese wire size [mm ²]
0	8	1,0	18	0.75
8	12	1,5	16	1.25
12	15	2,5	14	2.0
15	20	2,5	12	3.5
20	25	4,0	10	5.5
25	32	6,0	10	5.5
32	50	10	8	8.0
50	65	16	6	14
65	85	25	4	22
85	100	35	3	38
100	115	35	2	38
115	130	50	1	60
130	150	50	(1/0) 0	60
150	175	70	(2/0) 00	80
175	200	95	(3/0) 000	80
200	225	95	(4/0) 0000	100
225	250	120	250	150
250	275	150	300	150
275	300	185	350	200
300	350	185	400	200
350	400	240	500	250

If other standardized cross-sections are used in specific countries, the next closest cross-section shall be used for testing.

9.6.1.1.2 Pass criteria

The pass criteria **C**, **F** and **G** according to Table 3 and the following additional pass criteria apply.

The temperature rise shall not exceed the values described in Annex C during the test.

9.6.1.2 Overload behaviour

9.6.1.2.1 Test procedure

The test circuit and procedure shall be as described in 9.6.1.1, except that circuits other than the main circuit are disregarded for this test.

The test is performed without any external disconnectors being connected (internal removable overcurrent protective devices are replaced by a link of negligible impedance).

If a maximum overcurrent protection is specified by the manufacturer for the upstream overcurrent protection with no other specific additional requirement, the SPD shall be loaded for 1 h with a current equal to k times the rating of that maximum overcurrent protection. The trip current factor k shall be selected from Table 26.

If the manufacturer declares in addition to an upstream overcurrent protection a maximum downstream overcurrent protection, this test is performed with k times the rating of that downstream overcurrent protection.

Table 26 – Trip current factor k for overload behaviour

Protective device	Trip current factor k
Circuit breaker	1,45
Fuse	1,6

If the type of protective device (breaker or fuse) is not specified by the manufacturer, the test is performed with the higher trip current factor k .

For countries using other values for the trip current factor k , these values shall be declared on the SPD's data sheet according to 6.2, 36).

NOTE National condition for Japan: k is 1,25 for circuit-breaker and 1,5 for fuse.

If no maximum overcurrent protection is specified by the manufacturer, the SPD shall be loaded with 1,1 times the rated load current for 1 h or until an internal disconnecter operates. If no disconnecter operates within 1 h, the test is continued by increasing the previous value of test current by a factor of 1,1 every hour, until an internal disconnecter operates.

9.6.1.2.2 Pass criteria

a) Any internal disconnecter as specified by the manufacturer, has operated:

The pass criteria **C**, **H**, **I**, **J** and **M** according to Table 3 shall apply.

b) No internal disconnecter as specified by the manufacturer, has operated:

The pass criteria **C**, **D**, **E** and **I** according to Table 3 shall apply.

For both cases a) and b), the temperature rise shall not exceed the values described in Annex C by more than 20 K during the test.

9.6.1.3 Load-side short-circuit current behaviour test

9.6.1.3.1 Test procedure

The SPDA shall be mounted in accordance with the manufacturer's instruction and connected with conductors of the maximum cross-section according to 9.4.3, keeping the cables connecting the sample to a maximum length of 0,5 m each.

Each test procedure is tested twice, if possible, with a short-circuit link connected to the output terminals of the SPD. First, all output terminals, except the PE terminal are short circuited. Second, all output terminals, including the PE terminal, are short circuited, if applicable.

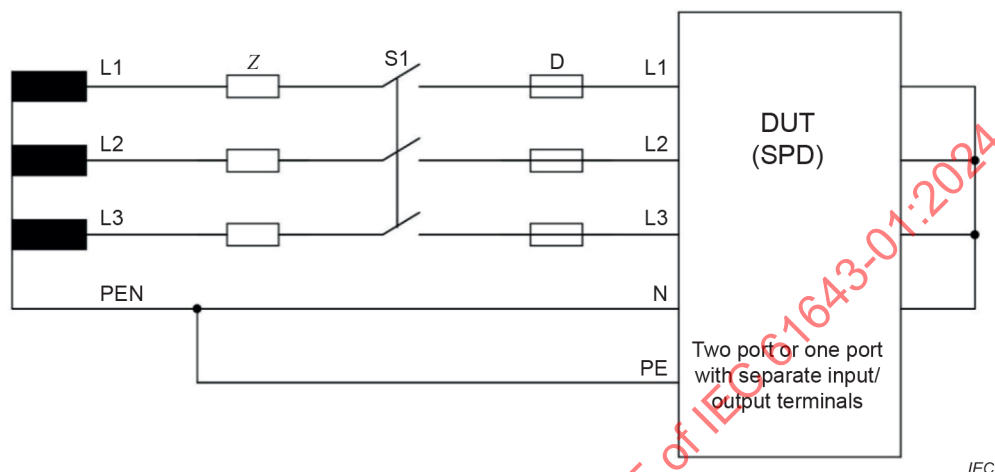
NOTE Some SPDs can have separate input terminals and output terminals for live conductors only and not for the PE connection. Then the second arrangement cannot be tested.

The short-circuit link is carried out with conductors of the largest cross-section specified under 9.4.3 and with a length of 500 mm each.

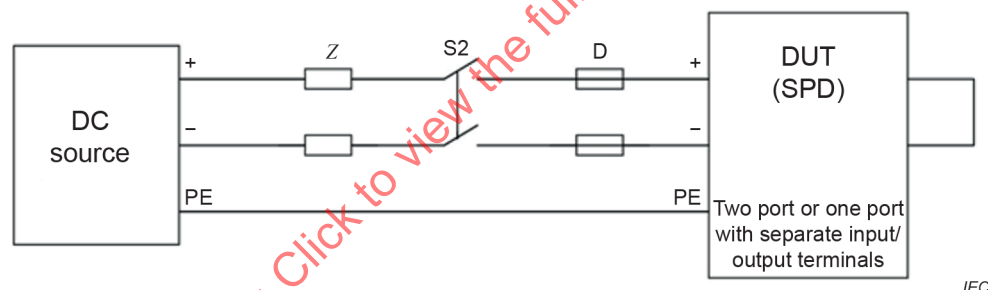
An example of appropriate test circuits is given in Figure 18.

When OCM is declared, each test procedure according to 9.3.6.3.3 and 9.3.6.3.4 is applied to a separate set of test samples, but without the sample preparation according to 9.3.6.3.2.

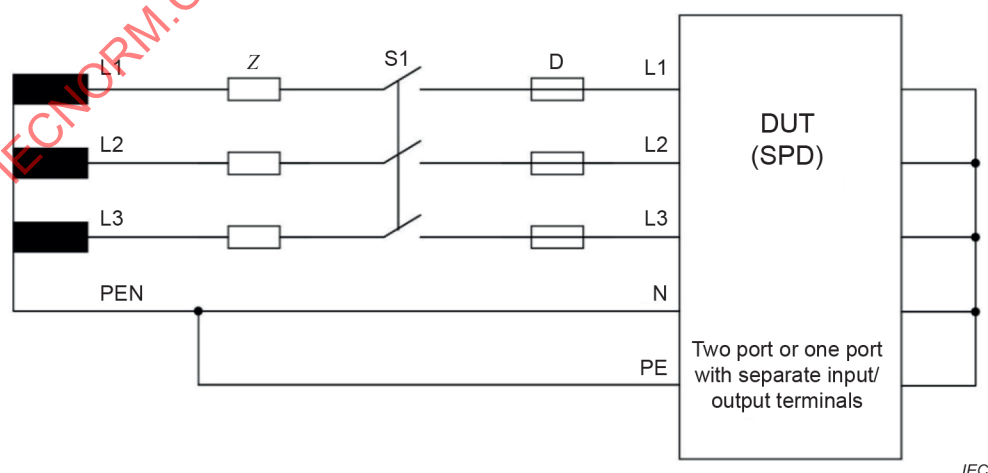
When SCM is declared, only test procedure 9.3.6.3.3 is applied for a duration of 2 h or until thermal equilibrium has been reached or a SC-means has operated. But as a modification the test is carried out only once. For AC power source only, the test may be started at any electrical degrees after the zero crossing of the voltage.



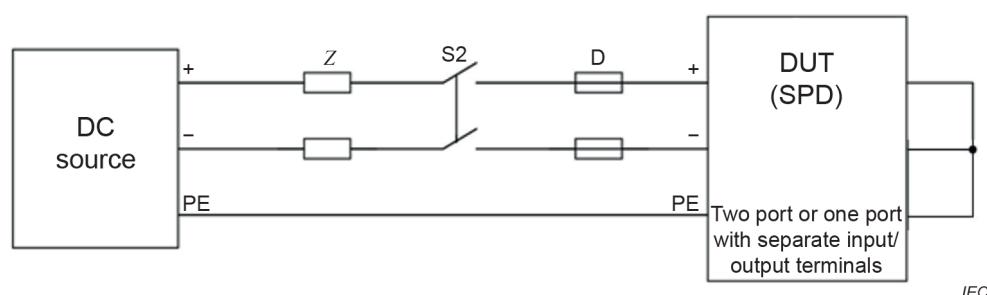
a) Test circuit using a 3 phase AC supply with all output connections, except the PE, short-circuited



b) Test circuit using a DC supply with all output connections, except the PE, short-circuited



c) Test circuit using a 3 phase AC supply with all output connections, including the PE, short-circuited



d) Test circuit using a DC supply with all output connections, including the PE, short-circuited

Key

- S1 Main switch for synchronized initiation of the short-circuit
- S2 Main switch for the short-circuit
- D All disconnectors required by the manufacturer (including the maximum recommended overcurrent protection according to manufacturer's instructions)
- Z Current limiting impedance to adjust the prospective short-circuit current of the power supply
- DUT Device under test

Figure 18 – Examples for appropriate test circuits of the load side short-circuit test(s)

9.6.1.3.2 Pass criteria

When OCM is declared, the pass criteria **C**, **H**, **I**, **J**, **K**, **M** and **N** according to Table 3 and the following additional pass criteria shall apply.

- a) If an internal disconnector has operated,
- there shall be no voltage on the output connections after removing the short-circuit links from output connections and applying U_{test} at the input connections, and
 - there shall be no current flow in excess of 0,5 mA while voltage equal to two times U_C is applied for 1 min between all corresponding input and output connections, except the connections of the neutral and PE, if any.
- b) If no internal disconnector has operated, the pass criteria **D** and **E** according to Table 3 shall apply.

When SCM is declared, the pass criteria **C**, **I**, **M** and **N** according to Table 3 and the following additional pass criteria shall apply.

- During the test, the surface temperature rise at the hottest point of the housing shall not exceed 120 K.
- If no SC-means has operated, the surface temperature rise at the hottest point shall not exceed 80 K five minutes after finishing test procedure 9.3.6.3.3.
- If a SC-means has operated, the pass criteria **P** and **Q** shall apply after removing the short-circuit links from output terminals. But for pass criterion **Q**, the 10 s to connect the power source is replaced by 60 s.

9.6.2 Environmental tests for outdoor SPDs

See Annex D.

9.6.3 SPDs with separated circuits

The insulation resistance and dielectric withstand of electrically separated circuits shall be tested based on the manufacturer's declaration according to 6.2 20), 39) and in accordance with 9.3.7 and 9.3.8.

9.6.4 Total discharge current test for multimode SPDs

9.6.4.1 Test procedure

One side of the test generator is connected to the PE, PEN or PEM connection of the multimode SPD. Each of the remaining SPD connections is connected via a network of impedances to the other side of the generator. The network shall result in similar proportional impulse currents in each remaining SPD terminal according to Table 27.

This test configuration does not represent all system configurations and specific schemes or applications may require other test setups.

NOTE 1 The proportional impulse current is the total discharge current divided by N, where N represents the number of live connections (phases and neutral, or line).

NOTE 2 The impedances of the network simulate the connection to the power system and consist of resistances and inductances, e.g. 30 mΩ and 25 μH.

Table 27 – Tolerances for proportional impulse currents

Test classification	Proportional currents and tolerances		
T1 SPD	$I_{imp(1)} = I_{imp(2)} =$	$I_{imp(N)} = I_{Total(imp)} / N \pm 10 \%$	
	$Q_{(1)} = Q_{(2)} =$	$Q_{(N)} = Q_{Total} / N -10/+20 \%$	
	$W/R_{(1)} = W/R_{(2)} =$	$W/R_{(N)} = W/R_{Total} / N^2 -10/+45 \%$	
T2 SPD	$I_{8/20(1)} = I_{8/20(2)} =$	$I_{8/20(N)} = I_{Total(8/20)} / N \pm 10\%$	

The multimode SPD shall be tested once with the total discharge current I_{Total} declared by the manufacturer.

9.6.4.2 Pass criteria

The pass criteria **B**, **C**, **D**, **E**, **G**, **I** and **M** according to Table 3 shall apply.

9.6.5 Tests for two port SPDs only

9.6.5.1 Test to determine the voltage drop

9.6.5.1.1 Test procedure

The voltage drop $\Delta U \%$ is measured during the test according to 9.6.1.1.

After reaching thermal equilibrium, the input voltage and the output voltage shall be measured simultaneously for each mode of protection, except for modes of protection to PE. Use the following formula to determine the voltage drop per mode of protection.

$$\Delta U\% = ((U_{in} - U_{out}) / U_{in}) 100 \%$$

where

U_{in} is the voltage measured at the input connections

U_{out} is the voltage measured at the output connections

Other measuring techniques are permitted provided they achieve comparable results.

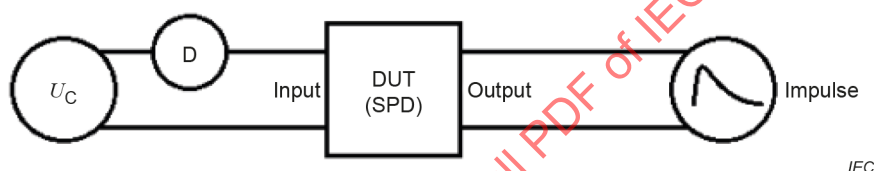
9.6.5.1.2 Pass criteria

The voltage drop ΔU % shall not exceed the declared value by the manufacturer according to 6.2 32).

9.6.5.2 Load-side surge withstand capability

The test procedure and pass criteria from the operating duty test according to 9.3.5 apply, but with the following modifications:

The test setup of Figure 8 shall not be used. The test setup shall comply with the circuit diagram given in Figure 19.



Key

U_C power source according to 9.3.5.2

D SPD disconnectors, as specified by the manufacturer

DUT Device under test (SPD)

Impulse 8/20 current for T1 SPD and T2 SPD operating duty test according to 9.3.5.3 or U_{OC} for T3 SPD operating duty test according to 9.3.5.6

Figure 19 – Example of test set-up for load side surge operating duty test

When testing T1 SPDs or T2 SPDs according to 9.3.5.3, 8/20 current impulses with a crest value corresponding to the load side surge withstand capability, as declared in 6.2, 33), shall be applied.

When testing T3 SPDs, combination wave impulses of U_{OC} with a crest value corresponding to the load side surge withstand capability, as declared in 6.2, 33), shall be applied.

9.6.5.3 Measurement of voltage rate of rise du/dt

9.6.5.3.1 Test procedure

This test is performed while the output connections of the mode of protection under test are connected to a resistive load having a value equal to $U_{test} / 0,1 I_L$.

A combination wave generator fulfilling the requirements of 9.1.5 is connected to the input connections of the two-port device.

The generator is set to a U_{OC} of 6 kV, thereby providing an open circuit voltage rate of rise du/dt of approximately 5 kV/ μ s. A storage oscilloscope or transient recorder is connected to the output connections of the two port SPD and the resultant wave shape recorded on application of the test impulse.

The maximum voltage rate of rise du/dt , is determined by measuring the difference in voltage and time between the t_{90} and the t_{30} points on the rising edge of the resultant waveform.

NOTE t_{90} and t_{30} are the 90 % and 30 % points on the leading edge of the waveform.

To accommodate the possibility of ringing on the wavefront, this test should be performed five times and the maximum du/dt recorded.

9.6.5.3.2 Pass criteria

The maximum voltage rate of rise shall not exceed the declared value by the manufacturer according to 6.2, 35).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

Annex A

(normative)

Routine and acceptance tests

A.1 Routine tests

Appropriate test(s) shall be performed during manufacturing production to verify that the SPD is capable of meeting its performance. The manufacturer shall declare the test method(s).

A.2 Acceptance tests

Acceptance tests are made upon agreement between manufacturer and purchaser. When the purchaser specifies acceptance tests in the purchase agreement, the following tests shall be made on the nearest lower whole number to the cube root of the number of SPDs to be supplied. Any alteration in the number of test samples or type of test shall be negotiated between the manufacturer and the purchaser.

If not otherwise specified, the following tests are specified as acceptance tests:

- a) verification of identification by inspection as per 9.2;
- b) verification of marking by inspection as per 9.2;
- c) verification of electrical parameters (e.g. measured limiting voltage as per 9.3.4).

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

Annex B (normative)

Tests to determine on SPD modes of protection with or without follow current

B.1 SPDs modes of protection and follow current

Modes of protection classified according to 4.4.1 comprising only voltage switching component(s) are considered with follow current.

Modes of protection classified according to 4.4.2 comprising only voltage limiting component(s) are considered without follow current.

Modes of protection classified according to 4.4.3.2 comprising voltage limiting and voltage switching components in parallel are considered with follow current.

Modes of protection classified according to 4.4.3.1 comprising voltage limiting and voltage switching components in series are evaluated using the test described in B.2 to determine whether they are with, or without, follow current.

B.2 Follow current determination for SPD's combination mode of protection according to 4.4.3.1

The manufacturer shall provide three modified samples in which the voltage switching component(s) has been replaced by a copper wire or dummy with sufficient diameter to ensure it does not melt during the test.

The sample is connected to a power source having a voltage equal to $U_C \frac{0}{-2}\%$ and a prospective short-circuit current of $100 \text{ A } \frac{+5}{0}\%$, as specified in 9.3.5.2.1 of the relevant subsequent part(s) of this test standard series.

For AC sources, the power factor $\cos\varphi$ shall be $0,95 \frac{0}{-0,05}$.

For DC sources the time constant L/R shall be $0,5 \text{ ms } \frac{+10}{-10}\%$.

The voltage is applied for a minimum of 20 ms up to a maximum of 50 ms.

For AC sources, the voltage is applied at zero crossing, and the peak current through this mode is measured.

For mode of protection considered as being without follow current, the measured current shall not exceed:

- 1 A DC, or
- $10 \text{ A}_{\text{peak}}$ AC

within the first 20 ms.

If the measured current exceeds the above values, the mode of protection is considered as being with follow current.

Annex C
(normative)

Temperature rise limits

The temperature rise limits are shown in Table C.1.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

Table C.1 – Temperature-rise limits

Parts of SPD	Temperature rise K
Built-in components ^a	In accordance with the relevant product standard requirements for the individual components or, in accordance with the component manufacturer's instructions ^f , taking into consideration the temperature in the SPD
Connections for external insulated conductors	70 ^b
Busbars and conductors, plug-in contacts of removable or withdrawable parts which connect to busbars	Limited by: – mechanical strength of conducting material ^g; – possible effect on adjacent equipment; – permissible temperature limit of the insulating materials in contact with the conductor; – effect of the temperature of the conductor on the apparatus connected to it; – for plug-in contacts, nature and surface treatment of the contact material.
Manual operating means: – of metal – of insulating material	15 ^c 25 ^c
Accessible external enclosures and covers: – metal surfaces – insulating surfaces	30 ^d 40 ^d
Discrete arrangements of plug and socket-type connections	Determined by the limit for those components of the related equipment of which they form part ^e
^a The term "built-in components" means: – conventional switchgear and controlgear; – electronic sub-assemblies (e.g. rectifier bridge, printed circuit); – parts of the equipment (e.g. regulator, stabilized power supply unit, operational amplifier). ^b An SPD used or tested under installation conditions may have connections, the type, nature and disposition of which will not be the same as those adopted for the test, and a different temperature rise of connections may result. Where the connections of the built-in component are also the connections for external insulated conductors, the lower of the corresponding temperature-rise limits shall be applied. ^c Manual operating means within SPDs which are only accessible after the SPD has been opened, for example draw-out handles which are operated infrequently, are allowed to assume a 25 K increase on these temperature-rise limits. ^d Unless otherwise specified, in the case of covers and enclosures, which are accessible but need not be touched during normal operation, a 10 K increase on these temperature-rise limits is permissible. ^e This allows a degree of flexibility in respect of equipment (e.g. electronic devices) which is subject to temperature-rise limits different from those normally associated with switchgear and controlgear. ^f For temperature-rise tests according to 9.6.1.1, the temperature-rise limits shall be specified by the manufacturer of the SPD. ^g Assuming all other criteria listed are met, a maximum temperature rise of 105 K for bare copper busbars and conductors shall not be exceeded. The 105 K relates to the temperature above which annealing of copper is likely to occur.	

Annex D (normative)

Environmental tests for outdoor SPDs

D.1 Non submersible SPDs

D.1.1 Accelerated aging test with UV radiation

D.1.1.1 Test procedure

Expose three complete SPDs, as to be installed for outdoor use, to 1 000 h of UV radiation (UV-B) and water spray as follows: 500 cycles of 120 min each, consisting of 102 min of UV light at 60 °C, 18 min of UV light and water spray at 65 °C and 65 % RH. The UV radiation shall be according to ISO 4892-2, method A. ISO 4892-1 and ASTM 151 are to be used for general guidance for the test.

The mode of protection under test shall be connected to a power source at U_C during the test and the current flowing through the mode of protection under test shall be monitored at 120 min intervals. After completion of this test, the samples shall be tested according to D.2.

D.1.1.2 Pass criteria

During and after the test the samples shall be visually inspected for voids, cracks, tracking and surface erosion. The current flowing through the mode of protection under test, measured during the test shall not vary by more than 10 % to the value measured before the test. The degree of tracking, surface erosion and cracking shall be assessed to determine if this will compromise the enclosure of the product to meet the other electrical and mechanical performance requirements of this document.

D.1.2 Temperature cycling test

D.1.2.1 Test procedure

The test shall be performed according to IEC 60068-2-14 with 5 cycles with a lower temperature of –40 °C and with an upper temperature of +100 °C. The exposure time t_1 according to Clause 7 of IEC 60068-2-14:2009 shall be 3 h.

D.1.2.2 Pass criteria

During and after the test, the samples shall be visually inspected for voids, cracks, tracking and surface erosion. Before and after the test the mode of protection under test is applied with U_C . The current flowing through the mode of protection under test, measured after the test shall not vary by more than 10 % to the value measured before the test. The degree of tracking, surface erosion and cracking shall be assessed to determine if this will compromise the enclosure of the product to meet the other electrical and mechanical performance requirements of this document.

D.1.3 Verification of resistance to corrosion

D.1.3.1 Test procedure

SPDs with exposed metal parts shall be subjected to the test and shall be mounted as for normal use according to the manufacturer's instructions.

The enclosure or samples shall be new and in a clean condition. The samples shall be subjected to the following test:

- 12 cycles of 24 h, damp heat cycling test according to test Db of IEC 60068-2-30 at 40 °C and relative humidity of 95 %;
- 336 h, salt mist test according to test Ka of IEC 60068-2-11 at a temperature of (35 ± 2) °C.

After the test, the samples shall be washed in running tap water for 5 min, rinsed in distilled or demineralized water then shaken or subjected to air blast to remove water droplets. The specimen under test shall then be stored under normal service conditions for 2 h.

D.1.3.2 Pass criteria

Compliance is checked by visual inspection to ensure that:

- there is no evidence of rust, cracking or other deterioration. However, surface deterioration of any protective coating is allowed. In case of doubt, reference shall be made to ISO 4628-3 to verify that the samples conform to the specimen R1;
- seals are not damaged;
- any moving parts (disconnectors) work without abnormal effort.

D.2 Submersible SPDs

D.2.1 Water immersion test

The test is performed in accordance with Figure 13 of IEC 60099-4:2014. The test samples shall be kept immersed in a vessel, in boiling de-ionized water with 1 kg/m³ of NaCl, for 42 h.

NOTE 1 The characteristics of the water described above are those measured at the beginning of the test.

NOTE 2 This temperature (boiling water) can be reduced to 80 °C (with a minimum duration of 168 h, e.g., one week) when the manufacturer claims that the material of the sealing system is not able to withstand the boiling temperature for a duration of 42 h.

At the end of boiling, the SPD shall remain in the vessel until the water has cooled down to approximately 20 °C (± 15 °C) and shall be maintained in the water till the verification tests are performed. After the water immersion test the samples shall be subjected the dielectric test (see D.2.2).

D.2.2 Dielectric test

D.2.2.1 Test procedure

The test samples shall be subjected to a dielectric test at a power frequency sinusoidal voltage of 1 000 V plus twice the test voltage U_{test} for 1 min and the leakage current shall be measured. The power source used for testing shall be designed in such a way that after having been adjusted to the test voltage at its open connections it will generate a short-circuit current of at least 200 mA after short-circuiting the connections. The test voltage shall be applied as follows:

a) SPD with metallic housing with or without mounting bracket

The voltage shall be applied between all connections or external leads which are not internally connected to the housing, neither directly nor through surge protective components, connected together, and the metallic housing. If all connections and external leads are connected directly or through components to the conductive housing, this test is not performed.

b) SPD with non-conductive housing with non-conductive or without mounting bracket

The non-conductive housing shall be tightly wrapped in conductive foil to within 15 mm of any non-insulated lead or connection. The voltage shall be applied between the conductive foil and all connections or external leads connected together.

c) SPD with non-conductive housing with metallic mounting bracket

The non-conductive housing shall be tightly wrapped in conductive foil to within 15 mm of any non-insulated lead, connection and the metallic mounting bracket. The voltage shall be applied between the conductive foil and all connections, external leads and mounting bracket connected together.

NOTE The purpose of the dielectric test is to determine if a void has been created that allowed the sample to ingest conductive liquid during the spray or water immersion tests.

D.2.2.2 Pass criteria

The leakage current measured during this test shall not exceed 25 mA.

Annex E (normative)

Short-circuiting SPDs

E.1 General

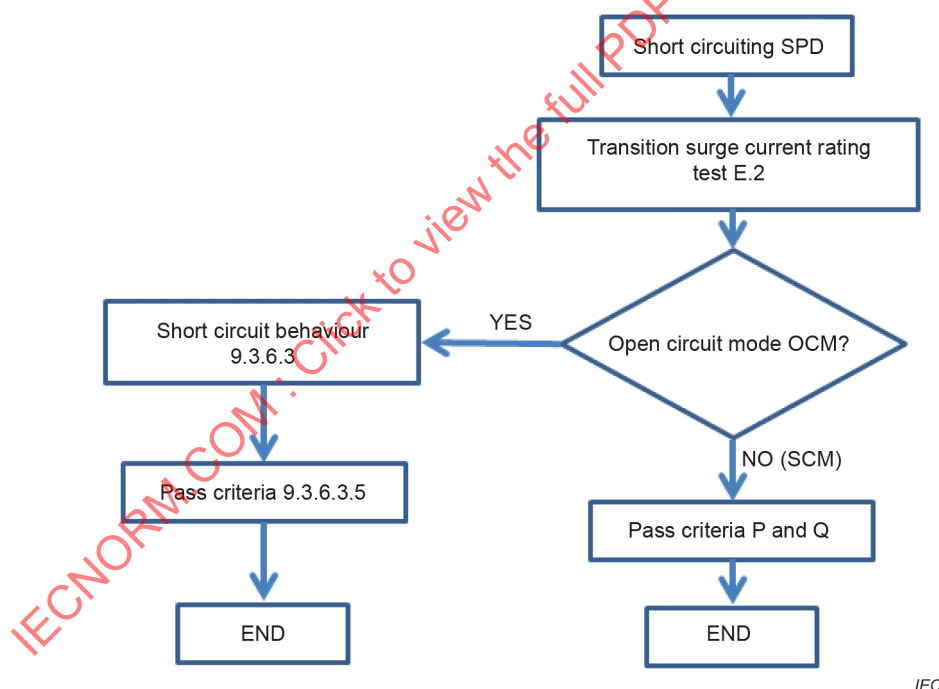
The SPD shall change its state from high to low impedance when the declared transition surge current is applied and not cause any hazard. After this transition it shall provide sufficient surge current capability.

Compliance is checked by the test in accordance with E.2 and Figure E.1.

I_{trans} of a T1 SPD shall be greater than I_{imp} .

I_{trans} of a T2 SPD shall be greater than I_n and I_{max} , if declared.

Figure E.1 provides a simplified overview on the differences in test procedure for short circuiting SPDs as compared to other SPDs.



IEC

Figure E.1 – Differences in test procedure for short circuiting SPDs

E.2 Transition surge current rating test

E.2.1 General

This test is performed to transition to the short-circuit state of the short-circuiting SPD according to E.2.2 and is followed by an unenergized impulse withstand test according to E.2.3.

E.2.2 Test to reach the short-circuit mode of a short-circuiting SPD

One current impulse having a crest value of I_{trans} with positive polarity is applied to the mode of protection under test to change its characteristic into an internal short-circuit.

For T1 SPD, an impulse discharge current according to 9.1.2 is used.

For T2 SPD, an 8/20 current impulse according to 9.1.3 is used.

To check for the internal short-circuit an appropriate measurement shall be performed after this test.

When OCM is declared, pass criterion **F** according to Table 3 shall apply.

E.2.3 Impulse withstand test (in short-circuited condition)

E.2.3.1 Test procedure

One current impulse having a crest value of I_{trans} with positive polarity is applied to the mode of protection under test.

For T1 SPD, an impulse discharge current according to 9.1.2 is used.

For T2 SPD, an 8/20 current impulse according to 9.1.3 is used.

E.2.3.2 Pass criteria

When OCM is declared, the tests according to 9.3.6.3 shall be passed, but without any sample preparation.

When SCM is declared, pass criteria **C**, **I**, **M**, **P** and **Q** according to Table 3 shall apply.

Annex F (normative)

Reduced test procedure for series connection of SPD's modes of protection

F.1 General

Clause 534 of IEC 60364-5-53:2019+AMD1:2020 requires the selection of the SPD according to voltage protection level (U_P) between live conductors and PE. Series connection of SPD's modes of protection between live conductors and PE shall fulfil the requirement of the voltage protection level of IEC 60364-5-53:2019+AMD1:2020, 534.4.4.2.

The manufacturers shall declare modes of protection provided by the series connection of modes of protection, e.g. between line and PE based on L to N and N to PE modes for AC applications or based on L to M and M to PE for DC application.

F.2 Reduced test procedure

According to 9.1.1 each mode of protection declared by the manufacturer shall be tested. This also applies to a mode of protection provided by a series connection of modes of protection, but with the following exemption.

For modes of protection provided by a series connection of modes of protection according to F.1, the reduced test procedure according to Table F.1 may be applied when

- the SPD is intended to be installed in TN- or TT-system only, and
- the modes of protection creating another mode of protection by a series connection are declared, and
- the continuous operating voltage U_C of the mode of protection provided by a series connection of modes of protection does not exceed the higher value of U_C of the individual modes of protection composing it, and
- the discharge parameter(s) I_{imp} , I_n and/or U_{OC} (for SPD T1, T2 and/or T3, as applicable) of the mode of protection provided by a series connection of modes of protection is equal to the lower value of the same parameter of the individual modes of protection composing it.

NOTE TN- and TT-systems have same rated voltages between L to N and L to PE, but for IT-systems the voltage L to PE can reach the L to L voltage, caused by the fact that a first earth fault is considered to be a normal operating condition and need not be cleared immediately. Therefore, the reduced test procedure is not applied for SPDs intended to be installed in an IT-system.

Table F.1 – Reduced test procedure for the mode of protection provided by a series connection of modes of protection according to F.1

Test description	Subclause
Continuous current I_C	9.3.2
Measured limiting voltage	9.3.4
Measurement of voltage rate of rise du/dt , if declared by the manufacturer	9.6.5.3
Short-circuiting SPDs, if declared by the manufacturer	Annex E

Annex G

(normative)

Test procedures for SPDs according to 4.14.1.4

G.1 General

Within such SPDs part of the surge protection functionality and the short circuit protection functionality are by design combined in a way that they physically cannot be treated separately for testing or for sample preparation. This requires some modified sample preparation for short circuit testing.

During its lifetime, the SPD will conduct impulse currents which might degrade the short-circuit protection functionality of the SPD. Therefore an additional preconditioning shall be performed according to Clause G.2 on all samples, which are afterwards subjected to the short circuit current behaviour test according to 9.3.6.3.

Furthermore, it shall be ensured that in case of overstress to the SPD those part of the surge protection function that does not provide any combined functionality, and which is connected in series with the part providing the combined surge protection and short circuit protection functionality, definitely loses its functionality before the SPD short-circuit protection function is compromised. This is covered by the additional test according to Clause G.3.

G.2 Sample preparation and preconditioning for the short-circuit current behaviour test

G.2.1 Sample preparation

Six new samples "type A" and six new samples "type B" shall be prepared as shown in Figure G.1.

For "type A" samples, the part of the SPD that combines surge protection and SPD specific short-circuit protection functions shall be replaced by an appropriate copper block (dummy). The internal connections, their cross-section, surrounding material (e.g. resins) and packaging shall remain unchanged.

For "type B" samples, the other part of the surge protection function, that is connected in series with the combined function, shall be replaced by an appropriate copper block (dummy). The internal connections, their cross-section, surrounding material (e.g. resins) and packaging shall remain unchanged.

If sample preparation and functional splitting according to the above instructions:

- is not possible, or
- would impact the proper functionality of any of the relevant SPD sections, with or without combined surge protection and SPD specific short-circuit protection functions

then six new unmodified samples shall be used for the preconditioning.

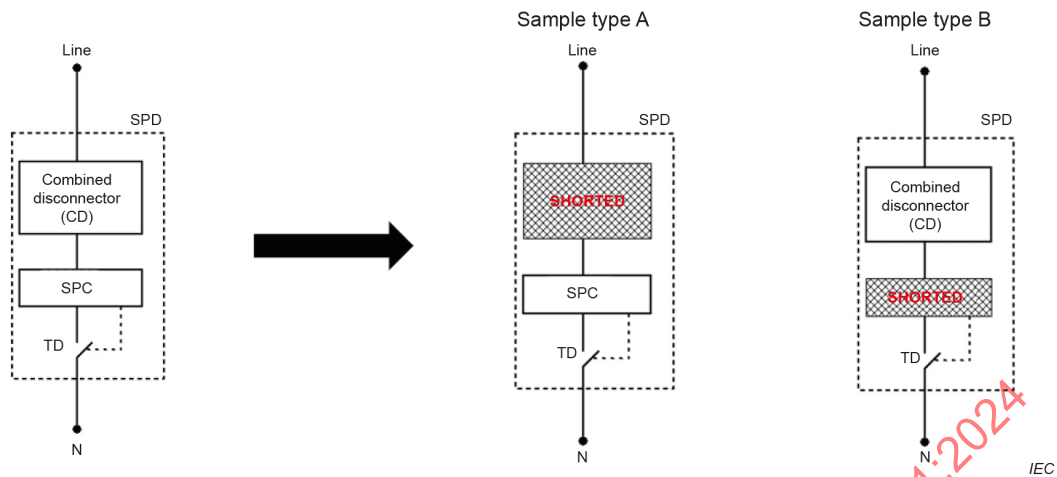


Figure G.1 – Sample preparation for preconditioning test

G.2.2 Preconditioning procedure

The preconditioning is performed either:

- on six sets of samples “type A” and “type B” according G.2.1, which are connected in series and connected to a power source according to 9.3.5.2, or
- on six unmodified samples according G.2.1,

as applicable.

Then the operating duty test procedure according to 9.3.5.3 and according to 9.3.5.4 shall be performed, as applicable to the respective type of SPD according to Table 2.

An example of the test setup is shown in Figure G.2.

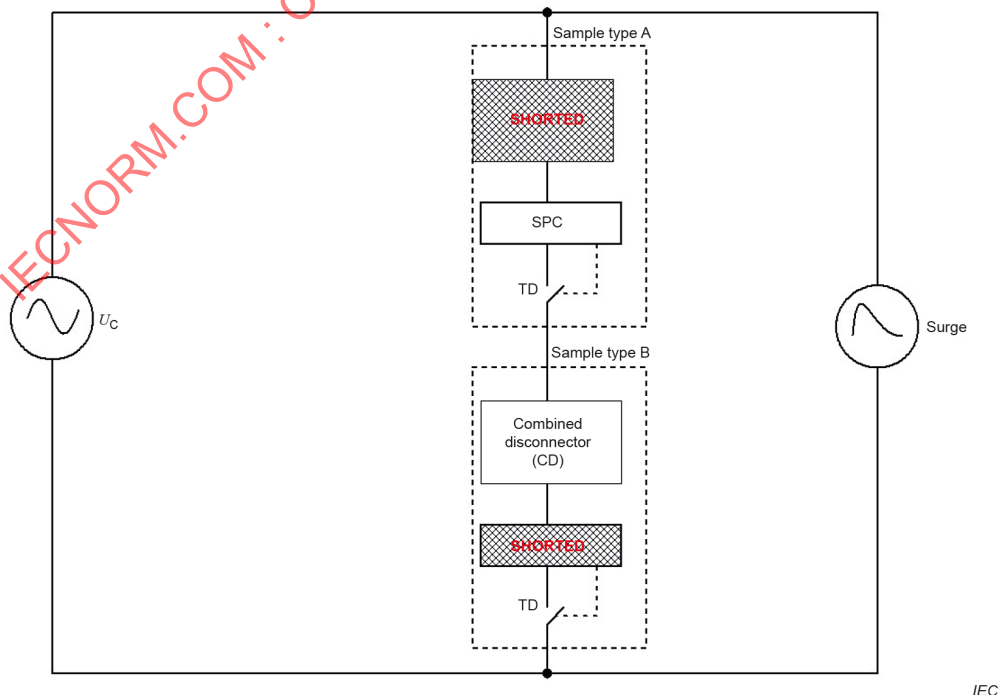


Figure G.2 – Example of test setup for preconditioning

After completion of the preconditioning the samples "type B" shall be subjected to the short-circuit current behaviour test according to 9.3.6.3.

If unmodified samples have been used for the preconditioning the samples shall now be modified as described in G.2.1 for sample "type B".

NOTE This modification is done in close cooperation between the manufacturer and the test laboratory to avoid any unintended damage to the test samples.

Three of the preconditioned samples "type B" shall then be tested according to 9.3.6.3.3.

The other three preconditioned samples "type B" shall be tested according to 9.3.6.3.4, one sample for each current level according to 9.3.6.3.4 c).

The short-circuit currents shall be initiated by an 8/20 current impulse of 3 kA or equal to I_{imp} for T1 SPD or I_n for T2 SPD, whatever is lower. For T3 SPD, a combination wave impulse with 6 kV or with U_{oc} , whatever is lower, shall be applied to initiate the short-circuit current. The impulse current may be increased up to I_{imp} , I_n or U_{oc} in case no short circuit conduction can be reached with the above settings.

G.2.3 Pass criteria

The pass criteria according to 9.3.6.3.5 and the below additional pass criteria apply.

The disconnection shall be checked with a 1,2/50 voltage impulse. The test voltage is defined as follows:

- 2,5 kV, or 120 % of U_P if greater, for SPDs with $U_C \leq 440$ V;
- 4,0 kV, or 120 % of U_P if greater, for SPDs with 440 V < $U_C \leq 800$ V;
- 6,0 kV, or 120 % of U_P if greater, for SPDs with $U_C > 800$ V.

Altitude correction of the test voltage, depending on the altitude of the test laboratory, is required according to Table 14.

Five positive and five negative impulses shall be applied. The interval between consecutive impulses shall be at least 1 s for impulses of the same polarity and at least 10 s for impulses of the opposite polarity.

Neither ignition nor sparkover shall happen.

G.3 Specific overstress test

G.3.1 Sample preparation

Three new samples "type A" and three new samples "type B" shall be prepared according to G.2.1.

G.3.2 General test procedure

G.3.2.1 General

Each of the samples "type A" and "type B" is tested separately. The samples shall be connected to an AC or DC power source, as convenient, which is able to force a stable current flow in the range between 1 A and 20 A through the test sample. The test current value shall be as provided by the manufacturer according to 6.2, 43). The voltage of the power source shall be high enough to ensure current conduction. The open-circuit test voltage of the power source shall preferably not be less than 1 200 V.

G.3.2.2 Test procedure for samples "type A"

The power source is connected to the sample "type A" by closing switch S1 as shown in Figure G.3. The switch remains closed until the sample fails short or the current is interrupted. The resistor R1 is adjusted to limit the required test current to the specified value. The duration " t_1 " is measured from the instant of closing the switch S1 to the point when sample impedance collapses or the sample disconnects from the power source. The maximum duration " t_1 " measured for the three samples is taken as a reference value to determine the application duration " t_2 " for the test according to G.3.2.3.

NOTE 1 Failure of voltage limiting components (e.g., metal oxide varistors) can mostly be observed by sudden voltage collapse and increase of current amplitude.

NOTE 2 Failure of voltage switching components (e.g., gas discharge tubes, spark gap) can be observed when voltage switching or current interruption is no longer present and the voltage switching component becomes virtually a resistor.

G.3.2.3 Test procedure for samples "type B"

The power source is connected to the sample "type B" by closing switch S2 as shown in Figure G.3. The resistor R2 is adjusted to limit the required test current to the specified value.

The switch remains closed for a duration " t_2 " as shown in Figure G.4.

Figure G.4 shows a typical timing diagram.

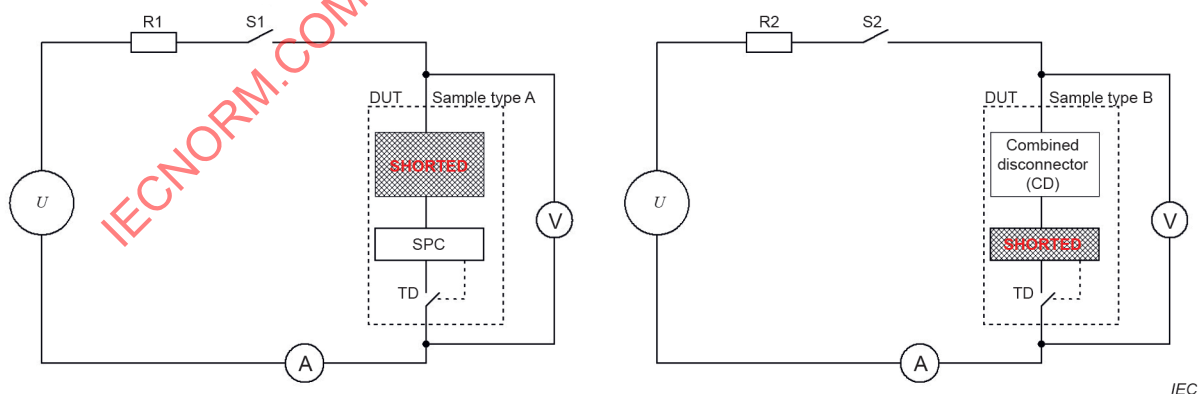


Figure G.3 – Example of test setup for specific overstress test

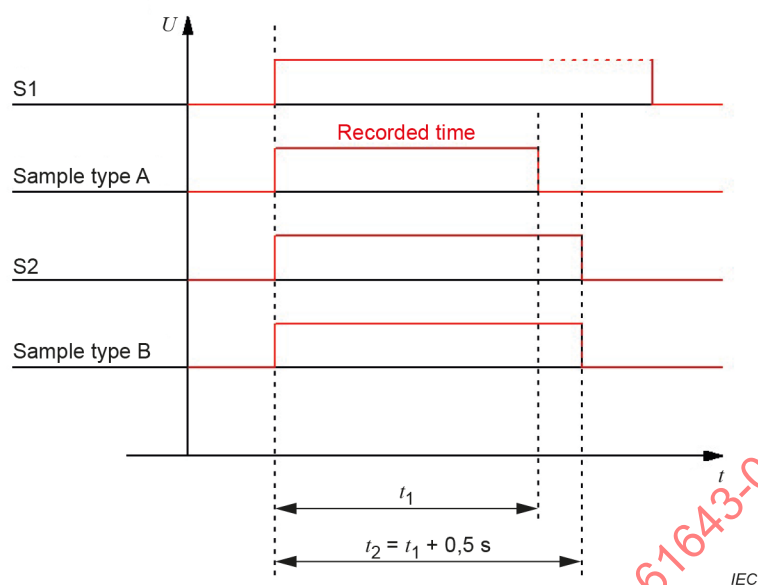


Figure G.4 – Typical timing diagram for specific overstress test

G.3.3 Pass criteria

Samples "type B" shall maintain their short-circuit current protection function after this test.

This shall be verified as follows:

- The insulation resistance measured at U_0 shall not be less than 2 MΩ or shall not decrease by more than 20 % compared to the insulation resistance determined for the new sample before the test.
- If this insulation resistance criterion is not satisfied a short-circuit current behaviour test according to 9.3.6.3.3 with the pass criteria according to 9.3.6.3.5 shall be applied.

Bibliography

IEC 60038, *IEC standard voltages*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

IEC 60050-195:2021, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock*

IEC 60060-2:2010, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60060-3:2006, *High-voltage test techniques – Part 3: Definitions and requirements for on-site testing*

IEC 60269-1:2006, *Low-voltage fuses – Part 1: General requirements*

IEC 60269-1:2006/AMD1:2009

IEC 60269-1:2006/AMD2:2014

IEC 60269-2:2013, *Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K*

IEC 60269-2:2013/AMD1:2016

IEC 60320 (all parts), *Appliance couplers for household and similar general purposes*

IEC 60364 (all parts), *Low-voltage electrical installations*

IEC 60364-4-44:2007, *Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances*

IEC 60364-5-51, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60364-5-53:2019, *Low-voltage electrical installations – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Devices for protection for safety, isolation, switching, control and monitoring*

IEC 60603 (all parts), *Connectors for electronic equipment*

IEC 60884-1, *Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements;*

IEC 60947-1, *Low-voltage switchgear and control gear – Part 1: General rules*

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

IEC 60950-1, *Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements*

IEC 61008-1, *Residual current operated circuit-breakers without integral overcurrent protection for household and similar uses (RCCBs) – Part 1: General rules*

IEC 61083-1:2021, *Instruments and software used for measurement in high-voltage impulse tests – Part 1: Requirements for instruments*

IEC 61083-2:2013, *Instruments and software used for measurement in high-voltage and high-current tests – Part 2: Requirements for software for tests with impulse voltages and currents*

IEC 61083-3:2020, *Instruments and software used for measurement in high-voltage and high-current tests – Part 3: Requirements for hardware for tests with alternating and direct voltages and currents*

IEC 61140:2016, *Protection against electric shock – Common aspects for installation and equipment*

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

IEC 61643-21, *Low-voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

IEC 61643-311:2013, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT)*

IEC 61643-312:2013, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes*

IEC 61643-321:2001, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 321: Specifications for avalanche breakdown diode (ABD)*

IEC 61643-331:2020, *Components for low-voltage surge protection – Part 331: Performance requirements and test methods for metal oxide varistors (MOV)*

IEC 61643-341:2020, *Components for low-voltage surge protection – Part 341: Performance requirements and test circuits for thyristor surge suppressors (TSS)*

IEC 61643-351:2016, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 351: Performance requirements and test methods for telecommunications and signalling network surge isolation transformers (SIT)*

IEC 61643-352:2018, *Components for low-voltage surge protection – Part 352: Selection and application principles for telecommunications and signalling network surge isolation transformers (SITs)*

IEC 62305 (all parts), *Protection against lightning*

IEC 62475:2010, *High-current test techniques – Definitions and requirements for test currents and measuring systems*

ISO 2039-2:1987, *Plastics – Determination of hardness – Part 2: Rockwell hardness*

ISO 4892-1:2016, *Plastics – Methods of exposure to laboratory light services – Part 1: General guidance*

ISO 4892-2: 2013, *Plastic – Methods of exposure to laboratory light services – Part 2: Xenon arc lamps*

ISO 4892-3: 2016, *Plastic – Methods of exposure to laboratory light services – Part 3: Fluorescent UV lamps*

IEEE C62.45-2002, *IEEE Recommended Practice on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage (100 V or less) AC Power Circuits*

ASTM 151, *Ultra Violet radiation test methods*

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	124
INTRODUCTION.....	127
1 Domaine d'application	128
2 Références normatives	128
3 Termes, définitions, abréviations et symboles.....	129
3.1 Termes et définitions	129
3.2 Abréviations et symboles	140
4 Classification.....	142
4.1 Généralités	142
4.2 Nombre de ports	142
4.2.1 Un	142
4.2.2 Deux.....	142
4.3 Conception du parafoudre.....	142
4.3.1 Coupure de tension	142
4.3.2 Limitation de tension.....	142
4.3.3 Protection combinée	142
4.4 Conception du mode de protection.....	142
4.4.1 Coupure de tension	142
4.4.2 Limitation de tension.....	142
4.4.3 Protection combinée	142
4.5 Types de parafoudre	143
4.6 Environnement.....	143
4.6.1 En intérieur.....	143
4.6.2 En extérieur.....	143
4.6.3 Parafoudres non submersibles.....	143
4.6.4 Parafoudres submersibles	143
4.7 Accessibilité.....	143
4.7.1 Accessible	143
4.7.2 Inaccessible	143
4.8 Méthode d'installation	143
4.8.1 Permanente.....	143
4.8.2 Portable.....	144
4.9 Emplacement du déconnecteur (comportant une protection contre les surintensités)	144
4.9.1 Interne.....	144
4.9.2 Externe.....	144
4.9.3 Combiné (interne et externe)	144
4.9.4 Aucune	144
4.10 Degré de protection procuré par les enveloppes conformément à l'IEC 60529 (code IP).....	144
4.11 Domaines de température et d'humidité	144
4.11.1 Normal.....	144
4.11.2 Étendu.....	144
4.12 Modes de protection du parafoudre.....	144
4.12.1 Parafoudre fournissant un seul mode de protection	144
4.12.2 Parafoudre multimode.....	144
4.13 Mode de fin de vie du jeu de parafoudre	144

4.13.1	Mode de circuit ouvert (MCO)	144
4.13.2	Mode de court-circuit (MCC)	144
4.14	Fonction de protection contre les courts-circuits pour le mode de fin de vie MCO	144
4.14.1	Interne	144
4.14.2	Externe	145
5	Vide	145
6	Marquage et autres informations sur le produit	145
6.1	Généralités	145
6.2	Liste des informations	146
6.3	Informations relatives à l'indicateur d'état	148
7	Conditions de service	148
7.1	Tension	148
7.2	Pression atmosphérique et altitude	148
7.3	Températures	148
7.4	Humidité	148
8	Exigences	148
8.1	Exigences générales	148
8.2	Marquage	149
8.3	Exigences électriques	149
8.3.1	Protection contre les chocs électriques	149
8.3.2	Courant permanent I_C	150
8.3.3	Courant dans le conducteur de protection I_{PE}	150
8.3.4	Tension de limitation mesurée	150
8.3.5	Régime de fonctionnement	150
8.3.6	Performances de sécurité des parafoudres soumis à des surcharges	151
8.3.7	Résistance d'isolement	152
8.3.8	Tenue diélectrique	152
8.3.9	Comportement vis-à-vis des surtensions temporaires	152
8.4	Exigences mécaniques	153
8.4.1	Généralités	153
8.4.2	Vis, parties conductrices et connexions	153
8.4.3	Connexions externes	153
8.4.4	Distances dans l'air et lignes de fuite	155
8.4.5	Tenue mécanique	155
8.5	Exigences relatives à l'environnement et aux matériaux	155
8.5.1	Degré de protection procuré par l'enveloppe (code IP)	155
8.5.2	Résistance à la chaleur	155
8.5.3	Résistance à une chaleur anormale et au feu	155
8.5.4	Résistance au cheminement	155
8.5.5	Comportement de vieillissement à la chaleur humide	156
8.5.6	Compatibilité électromagnétique	156
8.6	Exigences supplémentaires pour des conceptions de parafoudres spécifiques	156
8.6.1	Parafoudres à deux ports et parafoudres à un port avec connexions d'entrée/sortie séparées	156
8.6.2	Contrainte d'environnement pour les parafoudres installés à l'extérieur	157
8.6.3	Parafoudres à circuits électriquement séparés	157

8.6.4	Courant total de décharge I_{Total} , si cela est déclaré par le fabricant	157
8.6.5	Parafoudres à deux ports.....	157
8.6.6	Parafoudres court-circuitants	158
8.7	Essais individuels de série et de réception.....	158
9	Essais	158
9.1	Procédures d'essais de type	158
9.1.1	Généralités	158
9.1.2	Courant de choc de décharge	164
9.1.3	Courant de choc 8/20	165
9.1.4	Tension de choc 1,2/50	166
9.1.5	Forme d'onde combinée	166
9.2	Indélébilité des marquages	169
9.3	Essais électriques.....	169
9.3.1	Protection contre les contacts directs	169
9.3.2	Courant permanent I_C	170
9.3.3	Courant dans le conducteur de protection I_{PE}	170
9.3.4	Tension de limitation mesurée	170
9.3.5	Essai de fonctionnement.....	174
9.3.6	Performances de sécurité des parafoudres soumis à des surcharges	180
9.3.7	Résistance d'isolement.....	187
9.3.8	Tenue diélectrique	188
9.3.9	Comportement vis-à-vis des surtensions temporaires (TOV).....	195
9.4	Essais mécaniques	195
9.4.1	Généralités	195
9.4.2	Fiabilité des vis, des parties conductrices et des connexions	195
9.4.3	Essais pour les connexions externes des conducteurs en cuivre	197
9.4.4	Vérification des distances dans l'air et des lignes de fuite.....	200
9.4.5	Tenue mécanique.....	205
9.5	Essais d'environnement et essais des matériaux	208
9.5.1	Résistance à la pénétration d'objets solides et aux effets nuisibles de la pénétration de l'eau	208
9.5.2	Résistance à la chaleur	208
9.5.3	Résistance à une chaleur anormale et au feu	210
9.5.4	Résistance au cheminement	211
9.5.5	Essai de durée de vie à la chaleur humide.....	211
9.6	Essais supplémentaires pour des conceptions de parafoudres spécifiques	211
9.6.1	Essais des parafoudres à deux ports et à un port avec connexions d'entrée/sortie séparées	211
9.6.2	Essais d'environnement pour les parafoudres installés à l'extérieur	218
9.6.3	Parafoudres à circuits séparés.....	218
9.6.4	Essai de courant total de décharge pour des parafoudres multimodes	218
9.6.5	Essais pour les parafoudres à deux ports seulement	219
Annexe A (normative)	Essais individuels de série et de réception	221
A.1	Essais individuels	221
A.2	Essais de réception	221
Annexe B (normative)	Essais de détermination des modes de protection des parafoudres avec ou sans courant de suite	222
B.1	Modes de protection des parafoudres et courant de suite	222

B.2	Détermination du courant de suite pour le mode de protection combiné des parafoudres conformément à 4.4.3.1	222
Annexe C (normative) Limites d'échauffement		223
Annexe D (normative) Essais d'environnement pour les parafoudres installés à l'extérieur		225
D.1	Parafoudres non submersibles	225
D.1.1	Essai de vieillissement accéléré par exposition au rayonnement UV	225
D.1.2	Essai de cycles de températures	225
D.1.3	Vérification de la résistance à la corrosion	226
D.2	Parafoudres submersibles	226
D.2.1	Essai d'immersion dans l'eau	226
D.2.2	Essai diélectrique	227
Annexe E (normative) Parafoudres court-circuitants		228
E.1	Généralités	228
E.2	Essai de valeur assignée du courant de foudre de transition	228
E.2.1	Généralités	228
E.2.2	Essai d'atteinte du mode de court-circuit d'un parafoudre court-circuitant	229
E.2.3	Essai de tenue aux chocs (à l'état court-circuité)	229
Annexe F (normative) Procédure d'essai réduite pour la connexion en série des modes de protection de parafoudres		230
F.1	Généralités	230
F.2	Procédure d'essai de type	230
Annexe G (normative) Procédures d'essai pour les parafoudres conformément à 4.14.1.4		231
G.1	Généralités	231
G.2	Préparation et préconditionnement des échantillons pour l'essai de comportement vis-à-vis des courants de court-circuit	231
G.2.1	Préparation des échantillons	231
G.2.2	Procédure de préconditionnement	232
G.2.3	Critères d'acceptation	233
G.3	Essai de surcharge de courant spécifique	233
G.3.1	Préparation des échantillons	233
G.3.2	Procédure générale d'essai	234
G.3.3	Critères d'acceptation	235
Bibliographie		236
Figure 1 – Caractéristiques d'I/U pour une source d'alimentation linéaire		159
Figure 2 – Montage d'essai d'écran métallique		161
Figure 3 – Exemple de réseau de découplage pour une alimentation monophasée		168
Figure 4 – Exemple de réseau de découplage pour une alimentation triphasée		168
Figure 5 – Essai alternatif de la tension de limitation mesurée		168
Figure 6 – Diagramme d'essai pour la vérification du niveau de protection en tension U_p ...		171
Figure 7 – Organigramme des essais de fonctionnement selon 9.3.5.3, 9.3.5.4 et 9.3.5.6		174
Figure 8 – Exemple de montage pour l'essai de fonctionnement		175
Figure 9 – Chronogramme d'essai de fonctionnement pour les parafoudres T1 et T2		176

Figure 10 – Chronogramme d'essai de fonctionnement supplémentaire pour les parafoudres T1	177
Figure 11 – Diagramme de l'essai supplémentaire pour les parafoudres avec courant de suite.....	178
Figure 12 – Exemple de circuit d'essai pour l'essai de protection thermique	182
Figure 13 – Appareil d'essai de choc mécanique.....	205
Figure 14 – Pièce de frappe du marteau pendulaire	206
Figure 15 – Montage d'essai de pression à la bille	209
Figure 16 – Bille du dispositif de chargement.....	209
Figure 17 – Exemples de circuits d'essai appropriés pour l'essai de courant de charge assigné.....	213
Figure 18 – Exemples de circuits d'essai appropriés pour le ou les essais de court-circuit aval	217
Figure 19 – Exemple de montage d'essai pour l'essai de fonctionnement avec des chocs aval	219
Figure E.1 – Différences de procédure d'essai pour les parafoudres court-circuitants	228
Figure G.1 – Préparation des échantillons pour l'essai de préconditionnement	232
Figure G.2 – Exemple de montage d'essai pour le préconditionnement.....	232
Figure G.3 – Exemple de montage d'essai pour l'essai de surcharge de courant spécifique	234
Figure G.4 – Chronogramme type pour l'essai de surcharge de courant spécifique	235
Tableau 1 – Liste des abréviations et des symboles.....	141
Tableau 2 – Type de parafoudre	143
Tableau 3 – Critères d'acceptation pour les essais de type	163
Tableau 4 – Exemple de paramètres pour le courant de choc de décharge	165
Tableau 5 – Essais pour la détermination de la tension de limitation mesurée	172
Tableau 6 – Courant de court-circuit présumé à appliquer en fonction de la protection maximale contre les surintensités spécifiée, pour les fusibles de type gG	185
Tableau 7 – Tensions d'essai de tenue aux chocs diélectriques pour les circuits principaux du parafoudre	189
Tableau 8 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits principaux du parafoudre	190
Tableau 9 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits principaux du parafoudre	190
Tableau 10 – Tensions d'essai de tenue aux chocs diélectriques pour les circuits séparés.....	191
Tableau 11 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits séparés.....	192
Tableau 12 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits séparés.....	193
Tableau 13 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif entre des circuits avec séparation de protection (isolation double/renforcée) conformément à 9.3.7.2 c) et d)	194
Tableau 14 – Tensions d'essai de choc pour la vérification des distances d'isolement à différentes altitudes	195
Tableau 15 – Diamètres de filetages et couples appliqués	196
Tableau 16 – Sections des conducteurs en cuivre pour bornes à vis ou sans vis	197
Tableau 17 – Dimensions des conducteurs	198

Tableau 18 – Forces de traction (bornes à vis et assemblages boulonnés)	198
Tableau 19 – Efforts de traction (bornes sans vis)	199
Tableau 20 – Distances dans l'air pour le ou les circuits principaux du parafoudre.....	201
Tableau 21 – Distances dans l'air pour les circuits électriquement séparés.....	202
Tableau 22 – Lignes de fuite pour les parafoudres	203
Tableau 23 – Rapport entre groupes de matériaux et classifications	204
Tableau 24 – Distances de chute exigées pour les essais de choc mécanique.....	207
Tableau 25 – Conducteurs pour l'essai de courant de charge assigné	214
Tableau 26 – Facteur de courant de déclenchement k pour l'essai de comportement en surcharge de courant	215
Tableau 27 – Tolérances de courants de choc proportionnels	218
Tableau C.1 – Limites d'échauffement	224
Tableau F.1 – Procédure d'essai réduite pour le mode de protection fourni par une connexion en série de modes de protection conformément à F.1	230

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFOUDRES BASSE TENSION –

Partie 01: Exigences générales et méthodes d'essai

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de propriété revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevet.

L'IEC 61643-01 a été établie par le sous-comité SC37A, Dispositifs de protection basse tension contre les surtensions, du comité d'études 37 de l'IEC: Parafoudres. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le présent document, conjointement avec l'IEC 61643-11:—¹ (deuxième édition), annule et remplace la première édition de l'IEC 61643-11 parue en 2011. Cette édition constitue une révision technique.

¹ En cours de préparation. Étape au moment de la publication: IEC/AFDIS 61643-11:2024

Cette édition inclut les modifications techniques majeures importantes suivantes par rapport à la première édition de l'IEC 61643-11:

- a) clarification de l'application des essais soit à un parafoudre complet, soit à un "mode de protection", soit à un "jeu de parafoudre" complet;
- b) ajout d'une mesure du niveau de protection en tension sur les "modes de protection combinés" entre les conducteurs actifs et le PE (voir la nouvelle Annexe F);
- c) ajout d'un essai de fonctionnement pour les parafoudres T1 et T2 avec courant de suite pour vérifier l'augmentation du courant de suite à une amplitude de courant de choc plus faible (voir 9.3.5.5);
- d) modification des exigences relatives à l'essai de comportement vis-à-vis des courants de court-circuit, afin de mieux couvrir les technologies modernes de déconnecteurs internes de parafoudre (voir 9.3.6.3);
- e) amélioration des exigences relatives à l'essai diélectrique pour les circuits principaux d'un parafoudre et ajout d'exigences relatives à l'essai diélectrique pour les "circuits électriquement séparés" (voir 9.3.7 et 9.3.8);
- f) ajout d'exigences en matière de distance d'isolement pour les "circuits électriquement séparés" (voir 9.4.4);
- g) ajout d'informations et de détails concernant les parafoudres pour les installations à courant continu.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
37A/419/FDIS	37A/422/RVD

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

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

La version française de cette norme n'a pas été soumise au vote.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61643, publiées sous le titre général *Parafoudres basse tension*, se trouve sur le site Web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site Web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

INTRODUCTION

Lors de la rédaction de la présente Norme internationale, il a été présumé que l'exécution de ses dispositions serait confiée à des personnes dûment qualifiées et expérimentées.

Le présent document est une norme de famille de produits traitant de la sécurité et de la performance des parafoudres et prévaut sur les normes horizontales et génériques couvrant le même sujet.

La présente partie de l'IEC 61643 traite des essais généraux de sécurité et de performance des parafoudres.

Le présent document reconnaît le niveau de protection accepté au niveau international contre les dangers électriques, mécaniques, thermiques, liés au feu et au rayonnement des parafoudres lorsqu'ils sont utilisés normalement en tenant compte des instructions du fabricant. Elle couvre également les situations anormales auxquelles il est possible de s'attendre dans la pratique.

Le présent document tient compte, dans la mesure du possible, des exigences de l'IEC 60364, afin d'assurer la compatibilité avec les règles de câblage lorsque le parafoudre est connecté au réseau d'alimentation. Toutefois, les règles de câblage nationales peuvent différer.

Si les applications prévues d'un parafoudre sont couvertes par différentes parties de la série de normes IEC 61643-X1, toutes les parties pertinentes s'appliquent.

Le présent document ne doit s'appliquer qu'avec la dernière édition d'une ou de plusieurs des parties suivantes de la série de normes IEC 61643-X1.

Les parafoudres contenant des caractéristiques ou fonctions supplémentaires qui ne sont pas traitées dans le présent document et dans la ou les parties suivantes pertinentes peuvent exiger un examen et des essais supplémentaires pour s'assurer que la fonction principale du parafoudre n'est pas compromise et qu'aucun danger ne peut résulter de ces caractéristiques ou fonctions supplémentaires. Si des normes appropriées existent pour couvrir ces fonctions, elles sont à appliquer.

Il existe trois types de parafoudres pour les parafoudres destinés à être installés dans les réseaux électriques:

les parafoudres T1 sont soumis à des chocs simulant des courants de foudre partiels conduits;

les parafoudres T2 et T3 sont soumis à des durées de choc plus courtes.

PARAFODRES BASSE TENSION –

Partie 01: Exigences générales et méthodes d'essai

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61643 contient les exigences communes à tous les SPD.

Le présent document est applicable aux dispositifs de protection contre les effets indirects et directs de la foudre ou contre les surtensions transitoires, ci-après dénommés parafoudres (SPD).

Les parafoudres sont destinés à être connectés à des circuits ou à des équipements de tension assignée allant jusqu'à 1 000 V efficaces en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu. Les exigences de performance et de sécurité, les essais et les valeurs assignées sont spécifiés dans le présent document. Les parafoudres comportent au moins un composant non linéaire et sont utilisés pour limiter les surtensions et écouler les courants de foudre.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60060-1:2010, *Technique des essais à haute tension – Partie 1: Définitions et exigences générales*

IEC 60068-2-11:2021, *Essais d'environnement – Partie 2-11: Essais – Essai Ka: Brouillard salin*

IEC 60068-2-14:2023, *Essais d'environnement – Partie 2-14: Essais – Essai N: Variation de température*

IEC 60068-2-30:2005, *Essais d'environnement – Partie 2-30: Essais – Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 h + 12 h)*

IEC 60068-2-78:2012, *Essais d'environnement – Partie 2-78: Essais – Essai Cab: Chaleur humide, essai continu*

IEC 60099-4:2014, *Parafoudres – Partie 4: Parafoudres à oxyde métallique sans éclateur pour réseaux à courant alternatif*

IEC 60112, *Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides*

IEC 60269 (toutes les parties), *Fusibles basse tension*

IEC 60529, *Degrés de protection procurés par les enveloppes (Code IP)*

IEC 60664-1:2020, *Coordination de l'isolement des matériels dans les réseaux d'énergie électrique à basse tension – Partie 1: Principes, exigences et essais*

IEC 60695-2-11:2021, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 2-11: Essais au fil incandescent/chauffant – Méthode d'essai d'inflammabilité pour produits finis (GWEPT)*

IEC 60695-10-2:2014, *Essais relatifs aux risques du feu – Partie 10-2: Chaleurs anormales – Essai à la bille*

IEC 60898 (toutes les parties), *Petit appareillage électrique – Disjoncteurs pour la protection contre les surintensités pour installations domestiques et analogues*

IEC 60947-2:2016, *Appareillage à basse tension – Partie 2: Disjoncteurs*
IEC 60947-2:2016/AMD1:2019

IEC 61000 (toutes les parties), *Compatibilité électromagnétique (CEM)*

IEC 61180, *Techniques des essais à haute tension pour matériel à basse tension – Définitions, exigences et modalités relatives aux essais, matériel d'essai*

IEC 61210:2010, *Dispositifs de connexion – Bornes plates à connexion rapide pour conducteurs électriques en cuivre – Exigences de sécurité*

IEC TR 61643-03:2024, *Low-voltage surge protective devices – Part 03: SPD testing guide (disponible en anglais seulement)*

IEC 61643-11:—², *Parafoudres basse-tension – Partie 11: Parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai*

3 Termes, définitions, abréviations et symboles

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions, abréviations et symboles suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Termes et définitions

3.1.1

tension de choc 1,2/50

tension de choc dont la durée nominale du front virtuel est de 1,2 µs et dont la durée nominale jusqu'à mi-valeur est de 50 µs

Note 1 à l'article: L'IEC 60060-1 fournit, pour les tensions de choc, les définitions de la durée du front, de la durée jusqu'à mi-valeur et de la forme d'onde.

3.1.2

courant de choc 8/20

courant de choc dont la durée nominale du front virtuel est de 8 µs et dont la durée nominale jusqu'à mi-valeur est de 20 µs

Note 1 à l'article: L'IEC 62475 fournit, pour le courant de choc, les définitions de la durée du front, de la durée jusqu'à mi-valeur et de la forme d'onde.

² En cours de préparation. Étape au moment de la publication: IEC/AFDIS 61643-11:2024.

3.1.3

essai de réception

essai contractuel ayant pour objet de prouver au client que l'entité répond à certaines conditions de sa spécification

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-23]

3.1.4

parafoudre combiné

parafoudre qui contient soit au moins un mode de protection combiné, soit au moins un mode de protection par limitation de tension et un mode de protection par coupure de tension

3.1.5

mode de protection combiné

mode de protection comportant à la fois des composants à coupure de tension et des composants à limitation de tension

3.1.6

forme d'onde combinée

onde caractérisée par une amplitude définie (U_{OC}) et une forme d'onde en circuit ouvert ainsi que par une amplitude de courant définie (I_{CW}) et une forme d'onde en court-circuit

Note 1 à l'article: L'amplitude de la tension, l'amplitude du courant et la forme d'onde délivrées au parafoudre sont déterminées par l'impédance du générateur d'ondes combinées (CWG) Z_f et par celle du dispositif en essai.

3.1.7

courant de court-circuit du générateur d'ondes combinées

I_{CW}

valeur du courant de court-circuit présumé du générateur d'ondes combinées, au point de connexion du dispositif en essai

Note 1 à l'article: Lorsque le parafoudre est connecté au générateur d'ondes combinées, le courant qui passe à travers le dispositif est en général inférieur à I_{CW} .

3.1.8

courant permanent

I_C

courant traversant le mode de protection du parafoudre lorsqu'il est alimenté à U_{test}

3.1.9

chemin de courant

chemin électrique destiné à conduire au moins une partie d'un courant de choc appliqué au mode de protection d'un parafoudre

Note 1 à l'article: Le mode de protection d'un parafoudre peut comporter un seul chemin de courant ou bien plusieurs lorsque des composants à limitation de tension et/ou à coupure de tension sont connectés en parallèle.

Note 2 à l'article: Des exemples sont donnés à l'Annexe B de l'IEC TR 61643-03:2024.

3.1.10

réseau de découplage

circuit électrique utilisé pour empêcher la propagation de l'énergie de choc vers le réseau d'alimentation lors des essais sous tension du parafoudre

Note 1 à l'article: Ce circuit électrique est parfois désigné par le terme "filtre antiretour".

3.1.11

dégradation (des performances)

écart permanent indésirable des performances opérationnelles d'un équipement ou d'un système par rapport à ses performances prévues

3.1.12**degré de protection d'une enveloppe****IP**

classification, précédée du symbole IP, indiquant le degré de protection assuré par une enveloppe contre l'accès aux parties dangereuses, contre la pénétration d'objets solides et éventuellement contre les effets nuisibles de la pénétration d'eau

3.1.13**connexion PE**

connexion dont un parafoudre est équipé et qui est destinée à être connectée électriquement à l'installation de mise à la terre

3.1.14**circuit électriquement séparé**

circuit électrique équipé de bornes pour le raccordement à des circuits extérieurs et isolé du ou des circuits principaux du parafoudre conformément aux exigences de séparation simple ou de protection

Note 1 à l'article: Les circuits électriques qui ne sont pas équipés d'une séparation au moins simple, voire de protection, par rapport au ou aux circuits principaux du parafoudre sont considérés comme faisant partie du ou des circuits principaux.

3.1.15**très basse tension****TBT**

toute tension ne dépassant pas la valeur maximale de la tension de contact présumée qui peut être maintenue indéfiniment dans des conditions spécifiées d'influences externes

Note 1 à l'article: Conformément à l'IEC 61140, les valeurs de TBT correspondent à des tensions inférieures ou égales à 50 V en courant alternatif ou 120 V en courant continu.

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.26]

3.1.16**encastré**

adjectif qualifiant un dispositif incorporé à la surface d'une structure mécanique sans modifier de façon essentielle la forme de la surface

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-40]

3.1.17**courant de suite** **I_f**

courant de crête fourni par le réseau d'alimentation électrique et s'écoulant à travers le parafoudre après un choc de courant de décharge

3.1.18**valeur de crête la plus élevée des tensions mesurées** **$U_{\max}$**

valeur la plus élevée de la tension mesurée entre les connexions du parafoudre pendant l'application de chocs de forme d'onde et d'amplitude spécifiées

3.1.19

courant de choc de décharge

I_{imp}

valeur de crête d'un courant de décharge traversant le mode de protection d'un parafoudre ayant un transfert de charge spécifié Q et une énergie spécifique spécifiée W/R pendant une durée spécifiée

Note 1 à l'article: Ce courant est utilisé pour caractériser les parafoudres T1 ou les parafoudres de catégorie D1 soumis à essai (IEC 61643-21).

3.1.20

isolement

déconnexion permettant de réaliser une isolation adéquate entre un matériel électrique, un réseau, une installation ou une partie d'installation et leurs sources d'énergie

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-23]

3.1.21

partie active

partie conductrice destinée à être sous tension dans des conditions normales de fonctionnement, y compris le conducteur de neutre et le conducteur de point milieu, à l'exception toutefois du conducteur PEN, du conducteur PEM et du conducteur PEL

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-19]

3.1.22

capacité de tenue aux chocs aval (pour parafoudre à deux ports)

aptitude d'un parafoudre à deux ports à résister aux chocs aux connexions de sortie issues des circuits en aval du parafoudre

3.1.23

tension maximale de régime permanent

U_C

tension maximale, qui peut être appliquée en régime permanent au mode de protection du parafoudre

Note 1 à l'article: U_C peut dépasser 1 000 V en courant alternatif ou 1 500 V en courant continu.

3.1.24

courant maximal de décharge

I_{max}

valeur de crête d'un courant de choc 8/20 s'écoulant dans le mode de protection d'un parafoudre T2 et d'une amplitude conforme à la spécification du fabricant, qui est supérieure ou égale à I_n

Note 1 à l'article: I_{max} peut être supportée au moins une fois.

3.1.25

moyen de court-circuiter le parafoudre

moyen de court-circuitage

méthode interne permettant de court-circuiter un parafoudre dans des conditions spécifiées, avec un courant permanent admissible égal au courant de court-circuit assigné I_{SCCR} du parafoudre

3.1.26

tension de limitation mesurée

valeur la plus élevée de la tension mesurée entre les connexions du parafoudre pendant l'application de chocs de forme d'onde et d'amplitude spécifiées

3.1.27**courant de court-circuit assigné minimal** **$I_{SCCRMIN}$**

valeur minimale d'un courant de court-circuit présumé du réseau d'alimentation pour lequel les caractéristiques assignées du parafoudre, associé à un ou plusieurs déconnecteurs internes, sont prévues

3.1.28**mode de protection**

circuit prévu entre deux connexions, qui contient un ou plusieurs composants de protection, déclaré par le fabricant

Note 1 à l'article: Des connexions supplémentaires peuvent être incluses dans ce circuit.

Note 2 à l'article: Ces modes peuvent être de type phase-phase, phase-neutre, phase-PE, neutre-PE, plus-moins, plus-PE et moins-PE.

Note 3 à l'article: Des exemples sont donnés à l'Annexe B de l'IEC TR 61643-03:2024.

3.1.29**parafoudre multimode**

parafoudre comportant plusieurs modes de protection ou jeu de parafoudre électriquement reliés entre eux et proposés comme un ensemble unitaire

3.1.30**courant de décharge nominal** **I_n**

valeur de crête d'un courant de choc 8/20 s'écoulant dans le mode de protection d'un parafoudre

Note 1 à l'article: Ce courant de choc peut être supporté plusieurs fois.

Note 2 à l'article: Ce courant est utilisé pour caractériser les parafoudres T2 ou les parafoudres de catégorie E1 soumis à essai (IEC 61643-21).

3.1.31**tension nominale de varistance** **U_{1mA}**

tension aux bornes de la MOV, mesurée à 1 mA en courant continu

3.1.32**tension nominale d'un réseau**

valeur arrondie appropriée de la tension utilisée pour dénommer ou identifier un réseau

[SOURCE: IEC 60050-601:1985, 601-01-21]

3.1.33**parafoudre à un port**

parafoudre sans impédance série spécifique

Note 1 à l'article: Un parafoudre à un port peut avoir des connexions d'entrée/sortie séparées.

Note 2 à l'article: Les dispositifs de protection contre les surintensités, par exemple les fusibles ou les disjoncteurs, ne sont pas considérés comme ayant une impédance série spécifique.

3.1.34**mode de circuit ouvert****MCO**

comportement de fin de vie par lequel un jeu de parafoudre passe à une haute impédance permanente ou à un état de circuit ouvert dans des conditions spécifiées

Note 1 à l'article: Un état intermédiaire à faible impédance est possible pendant une durée limitée jusqu'à ce que le mode final de fin de vie soit atteint.

3.1.35**tension en circuit ouvert** **U_{oc}**

tension en circuit ouvert du générateur d'ondes combinées au point de connexion du dispositif en essai

Note 1 à l'article: Cette tension est utilisée pour caractériser les parafoudres T3.

3.1.36**personne ordinaire**

personne qui n'est ni une personne qualifiée ni une personne avertie

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-04-03]

3.1.37**contact de sortie**

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

3.1.38**catégorie de surtension**

chiffre définissant une condition de surtension transitoire

Note 1 à l'article: De plus amples informations sur les catégories de surtension sont disponibles dans l'IEC 60364-4-443.

[SOURCE: IEC 60050-581:2008, 581-21-02, modifié – Ajout de la Note 1 à l'article]

3.1.39**schéma TBTP**

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales et
- dans des conditions de premier défaut, à l'exception des défauts à la terre dans les autres circuits électriques

Note 1 à l'article: TBTP est l'abréviation de très basse tension de protection.

Note 2 à l'article: La TBTP comporte une séparation de protection de tous les circuits autres que TBTP, TBTS ou de terre.

[SOURCE: IEC 60050-826:2022, 826-12-32]

3.1.40**conducteur PEM****PEM**

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de point milieu

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-13]

3.1.41**conducteur PEN****PEN**

conducteur assurant à la fois les fonctions de conducteur de mise à la terre de protection et de conducteur de neutre

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-12]

3.1.42**courant de court-circuit présumé** **I_P**

courant qui s'écoulerait en un point donné d'un circuit s'il était court-circuité en ce point par un élément de liaison d'impédance négligeable

3.1.43**conducteur de protection****PE**

conducteur prévu à des fins de sécurité électrique

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-02-09]

3.1.44**courant dans le conducteur de protection** **I_{PE}**

courant susceptible de circuler dans la connexion PE du parafoudre

3.1.45**séparation de protection (électrique)**

séparation entre deux circuits électriques au moyen:

- d'une double isolation; ou
- d'une isolation principale et d'une protection électrique par écran; ou
- d'une isolation renforcée

[SOURCE: IEC 61140:2016, 3.24]

3.1.46**courant de charge assigné** **I_L**

courant maximal qui peut circuler en régime permanent entre les connexions d'entrée et de sortie du parafoudre

Note 1 à l'article: Ce courant n'influence pas l'impédance des composants à limitation du courant.

3.1.47**dispositif à courant différentiel résiduel****DDR**

dispositif mécanique de coupure ou combinaison de dispositifs dont la fonction est d'établir, supporter et couper des courants dans les conditions de service normales et à provoquer l'ouverture des contacts quand le courant différentiel atteint, dans des conditions spécifiées, une valeur donnée

[SOURCE: IEC 60050-442:1998, 442-05-02]

3.1.48 **tension résiduelle**

U_{res}

valeur de crête de la tension mesurée entre les connexions du parafoudre pendant le passage du courant de décharge

3.1.49 **essai individuel de série**

essai de conformité effectué sur chaque entité en cours ou en fin de fabrication

[SOURCE: IEC 60050-151:2001; 151-16-17]

3.1.50 **schéma TBTS**

schéma électrique dont la tension ne peut pas dépasser la valeur de la très basse tension:

- dans des conditions normales; et
- dans des conditions de premier défaut, y compris les défauts à la terre dans les autres circuits électriques.

Note 1 à l'article: TBTS est l'abréviation de très basse tension de sécurité.

Note 2 à l'article: La TBTS comporte une séparation simple de la TBTP, d'autres schémas TBTS et de la terre, et une séparation de protection de tous les autres circuits.

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-28 modifié – Ajout de la Note 2 à l'article]

3.1.51 **courant de court-circuit assigné**

I_{SCCR}

valeur maximale d'un courant de court-circuit présumé du réseau d'alimentation pour lequel les caractéristiques assignées du parafoudre, associé à un ou plusieurs déconnecteurs externes spécifiés, sont prévues

Note 1 à l'article: Le terme "parafoudre" inclut les déconnecteurs internes ainsi que tous les moyens de court-circuitage internes qui font partie du parafoudre.

3.1.52 **mode de court-circuit** **MCC**

comportement de fin de vie par lequel un jeu de parafoudre passe à une faible impédance permanente prévue ou à un état de court-circuit dans des conditions spécifiées

3.1.53 **parafoudre court-circuitant**

parafoudre dont les caractéristiques sont volontairement modifiées par un moyen de court-circuitage pour générer un court-circuit interne, à la suite d'un choc conformément à la valeur assignée du courant de foudre de transition

3.1.54 **séparation simple**

séparation entre circuits électriques ou entre un circuit électrique et la terre locale par une isolation principale

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-06-30]

3.1.55**personne qualifiée****personne qualifiée en électricité**

personne ayant la formation et l'expérience appropriées pour lui permettre de percevoir les risques et d'éviter les dangers que peut présenter l'électricité

[SOURCE: IEC 60050-195:2021, 195-04-01]

3.1.56**tension d'amorçage**

valeur maximale de tension à laquelle le passage soudain d'une haute impédance à une basse impédance débute dans le cas d'un parafoudre à coupure de tension ou d'un parafoudre combiné

3.1.57**jeu de parafoudre****SPDA**

parafoudre unique ou non, comprenant dans les deux cas tous les déconnecteurs de parafoudre exigés par le constructeur de parafoudre, fournissant la protection requise contre les surtensions pour un type de mise à la terre du réseau

[SOURCE: IEC 60364-5-53:2019, 530.3.8]

3.1.58**déconnecteur de parafoudre**

déconnecteur

dispositif assurant la déconnexion d'un parafoudre ou d'une partie de parafoudre du réseau d'alimentation en cas de fin de vie du parafoudre

Note 1 à l'article: Il n'est pas exigé que ce dispositif de déconnexion dispose d'une capacité de sectionnement à des fins de sécurité. Il a pour but de prévenir un défaut permanent sur le réseau et il est utilisé pour indiquer une éventuelle fin de vie du parafoudre. Les déconnecteurs peuvent être internes (intégrés) ou externes (exigés par le fabricant). Le déconnecteur peut avoir plusieurs fonctions, par exemple une fonction de protection contre les surintensités et une fonction de protection thermique. Ces fonctions peuvent être assurées par des éléments séparés.

3.1.59**énergie spécifique pour un essai de parafoudre T1**

W/R

énergie dissipée par une résistance unitaire de $1\ \Omega$ pour un courant de choc de décharge I_{imp}

Note 1 à l'article: Elle est égale à l'intégrale temporelle du carré du courant ($W/R = \int i^2 dt$).

3.1.60**indicateur d'état**

moyen permettant d'indiquer l'état opérationnel d'un parafoudre, d'un déconnecteur de parafoudre, d'un jeu de parafoudre ou d'une partie de parafoudre

Note 1 à l'article: Ces indicateurs peuvent être locaux avec des alarmes visuelles et/ou sonores et/ou peuvent avoir une signalisation à distance et/ou un contact de sortie.

3.1.61

parafoudre

SPD

dispositif incluant au moins un composant non linéaire destiné à limiter les surtensions et à écouler les courants de foudre

Note 1 à l'article: Un parafoudre est une unité complète ou un dispositif complet disposant de moyens de connexion appropriés.

Note 2 à l'article: Des fonctions secondaires peuvent être incorporées, telles que la fonction de limitation du courant.

Note 3 à l'article: Une non-linéarité peut être causée par une variation de fréquence.

Note 4 à l'article: La série IEC 61643-3xx couvre les composants de protection contre les surtensions.

3.1.62

valeur d'essai de surtension temporaire

U_T

tension d'essai appliquée au parafoudre, pendant une durée spécifique t_T , afin de simuler la contrainte dans des conditions de surtension temporaire (TOV)

3.1.63

courant d'essai

I_{test}

courant d'essai issu de conditions d'application spécifiques

Note 1 à l'article: Ce paramètre n'est utilisé que pour les essais.

3.1.64

tension d'essai

U_{test}

tension d'essai issue de la tension du réseau

Note 1 à l'article: Ce paramètre n'est utilisé que pour les essais.

3.1.65

équilibre thermique

état atteint lorsque la température des parties d'un composant ou d'un matériel fonctionnant dans un environnement déterminé a cessé de varier plus vite qu'une limite spécifiée

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-33]

3.1.66

stabilité thermique

état du parafoudre dans lequel le courant entrant dans le parafoudre ou la puissance dissipée n'augmente pas pendant une durée définie d'application de la tension maximale de régime permanent U_C

3.1.67**courant total de décharge** **I_{Total}**

courant qui circule à travers la connexion PE d'un parafoudre multimode pendant l'essai du courant total de décharge

Note 1 à l'article: Cet essai est utilisé pour vérifier les effets cumulés de modes de protection multiples d'un parafoudre multimode simultanément sollicités.

Note 2 à l'article: I_{Total} est notamment pertinent pour les parafoudres T1 et il est utilisé pour assurer une liaison équipotentielle de protection contre la foudre conformément à la série IEC 62305.

Note 3 à l'article: Il est parfois appelé "courant total de foudre".

Note 4 à l'article: La connexion PE est parfois appelée "connexion commune C".

Note 5 à l'article: Un parafoudre multimode est parfois appelé "parafoudre multiconnexion".

3.1.68**valeur assignée du courant de foudre de transition** **I_{trans}**

valeur de crête d'un courant de choc 8/20 pour un parafoudre T2 ou d'un courant de choc de décharge pour un parafoudre T1, qui force un parafoudre court-circuitant à déclencher un court-circuit prévu

3.1.69**parafoudre à deux ports**

parafoudre ayant une impédance série spécifique connectée entre des connexions d'entrée et de sortie séparées

3.1.70**types de parafoudre****3.1.70.1****parafoudre T1**

parafoudre soumis à essai avec le courant de choc de décharge I_{imp} , avec un courant de choc 8/20 d'une valeur égale à la valeur de crête de I_{imp} , et, le cas échéant, avec une tension de choc 1,2/50

Note 1 à l'article: Ce parafoudre correspond au parafoudre d'essai de classe I dans l'IEC 61643-11:2011.

3.1.70.2**parafoudre T2**

parafoudre soumis à essai avec le courant de décharge nominal I_n , et, le cas échéant, avec une tension de choc 1,2/50

Note 1 à l'article: Ce parafoudre correspond au parafoudre d'essai de classe II dans l'IEC 61643-11:2011.

3.1.70.3**parafoudre T3**

parafoudre soumis à essai avec la forme d'onde combinée à une tension de circuit ouvert U_{OC}

Note 1 à l'article: Ce parafoudre correspond au parafoudre d'essai de classe III dans l'IEC 61643-11:2011.

3.1.71**essai de type**

essai de conformité effectué sur une ou plusieurs entités représentatives de la production

[SOURCE: IEC 60050-151:2001, 151-16-16]

3.1.72

fluctuation de tension

suite de variations de tension ou variation permanente de la valeur efficace ou de la valeur de crête d'une tension

3.1.73

parafoudre à limitation de tension

parafoudre à blocage de tension

parafoudre qui contient uniquement un ou plusieurs modes de protection par limitation de tension (modes de protection par blocage de tension)

Note 1 à l'article: Le terme "parafoudre à limitation de tension" est utilisé dans le domaine de l'énergie.

Note 2 à l'article: Le terme "parafoudre à blocage de tension" est utilisé dans le domaine des télécommunications et signalisations.

3.1.74

mode de protection par limitation de tension

mode de protection par blocage de tension

mode de protection présentant une impédance de shunt élevée en l'absence de choc, mais qui diminue de manière continue au fur et à mesure que le courant de foudre et la tension de choc augmentent

Note 1 à l'article: Les composants habituellement utilisés dans le mode de protection par limitation de tension sont les varistances (par exemple des MOV) et les diodes à avalanche (ABD). Ces composants sont parfois dits "de clamping" ou "de blocage".

Note 2 à l'article: Le terme "mode de protection par blocage de tension" est utilisé dans l'IEC 61643-21.

3.1.75

niveau de protection en tension

U_p

tension maximale aux connexions du parafoudre, due à une contrainte de choc à gradient de tension défini et une contrainte de choc à courant de charge, d'amplitude et de forme d'onde données

3.1.76

vitesse de croissance de la tension (d'un parafoudre à deux ports)

taux de variation de la tension en fonction du temps mesuré aux connexions de sortie d'un parafoudre à deux ports dans des conditions d'essai spécifiées

3.1.77

parafoudre à coupure de tension

parafoudre qui contient uniquement un ou plusieurs modes de protection par coupure de tension

3.1.78

mode de protection par coupure de tension

mode de protection présentant une impédance élevée en l'absence de choc, qui peut chuter rapidement en réponse à une tension de choc

Note 1 à l'article: Les composants habituellement utilisés dans les modes de protection par coupure de tension sont les éclateurs, les tubes à décharge dans le gaz (GDT) et les limiteurs de surtension thyristors (TSS).

3.2 Abréviations et symboles

Le Tableau 1 dresse la liste des abréviations et symboles utilisés dans le présent document.

Tableau 1 – Liste des abréviations et des symboles

Abréviation/ symbole	Description	Définition/paragraphe
Acronymes et symboles généraux		
ABD	avalanche breakdown diode (diode à avalanche)	8.3.6.2
CWG	combination wave generator (générateur d'ondes combinées)	3.1.6
DUT	device under test (dispositif en essai)	Ensemble du document
IP	degré de protection d'une enveloppe	3.1.12
k	facteur de courant de déclenchement pour l'essai de comportement en surcharge de courant	Tableau 26
PE	borne/connexion pour un conducteur de protection	3.1.43
PEM	borne/connexion pour un conducteur PEM	3.1.40
PEN	borne/connexion pour un conducteur PEN	3.1.41
DDR	dispositif à courant différentiel résiduel	3.1.47
TBTS	Très basse tension de sécurité	3.1.50
TBTP	Très basse tension de protection	3.1.39
SPC	surge protective component (composant de protection contre les surtensions)	4.14.1.4
SPD	surge protective device (parafoudre)	3.1.61
SPDA	SPD assembly (jeu de parafoudre)	3.1.57
T1, T2 et/ou T3	marquage de produit pour les parafoudres T1, T2 et/ou T3	6.2.2)
TOV	temporary overvoltage (surtension temporaire)	Ensemble du document
W/R	énergie spécifique pour un essai de parafoudre T1	3.1.59
Z_f	impédance fictive (d'un générateur d'ondes combinées)	9.1.5.1 c)
Acronymes et symboles relatifs à la tension		
U_{1mA}	tension nominale de varistance	3.1.31
U_C	tension maximale de régime permanent	3.1.23
U_{max}	valeur de crête la plus élevée des tensions mesurées (utilisée pour déterminer la distance d'isolement)	3.1.18
U_{OC}	tension de circuit ouvert du générateur d'ondes combinées	3.1.35
U_P	niveau de protection en tension	3.1.75
U_{res}	tension résiduelle	3.1.48
U_T	valeur d'essai de surtension temporaire	3.1.62
U_{test}	tension d'essai	3.1.64

Abréviation/ symbole	Description	Définition/paragraphe
Acronymes et symboles relatifs au courant		
I_{CW}	courant de court-circuit du générateur d'ondes combinées	3.1.7
I_C	courant permanent	3.1.8
I_f	courant de suite	3.1.17
I_{imp}	courant de choc de décharge pour un essai de parafoudre T1	3.1.19
I_L	courant de charge assigné	3.1.46
I_{max}	courant maximal de décharge	3.1.24
I_n	courant de décharge nominal pour un essai de parafoudre T2	3.1.30
I_P	courant de court-circuit présumé du circuit d'alimentation	3.1.42
I_{PE}	courant dans le conducteur de protection	3.1.44
I_{SCCR}	courant de court-circuit assigné	3.1.51
$I_{SCCRMIN}$	courant de court-circuit assigné minimal	3.1.27
I_{test}	courant d'essai	3.1.63
I_{Total}	courant total de décharge pour les parafoudres multimodes	3.1.67
I_{trans}	valeur assignée du courant de foudre de transition	3.1.68
Acronymes et symboles relatifs au temps		
t_T	durée d'application d'une TOV aux fins d'essai	3.1.62 et 9.3.9 des parties suivantes

4 Classification

4.1 Généralités

Le fabricant doit classer les parafoudres selon les paramètres ci-dessous.

4.2 Nombre de ports

4.2.1 Un

4.2.2 Deux

4.3 Conception du parafoudre

4.3.1 Coupure de tension

4.3.2 Limitation de tension

4.3.3 Protection combinée

4.4 Conception du mode de protection

4.4.1 Coupure de tension

4.4.2 Limitation de tension

4.4.3 Protection combinée

4.4.3.1 Composant(s) à limitation de tension et à coupure de tension en série

4.4.3.2 Composant(s) à limitation de tension et à coupure de tension en parallèle

4.5 Types de parafoudre

Les informations exigées pour les parafoudres T1, T2 et T3 sont données dans le Tableau 2.

Tableau 2 – Type de parafoudre

Types de parafoudre	Informations exigées	Spécifications des chocs d'essai (voir les paragraphes)
Parafoudre T1	I_{imp}	9.1.2; 9.1.3; 9.1.4
Parafoudre T2	I_n	9.1.3; 9.1.4
Parafoudre T3	U_{OC}	9.1.5
NOTE Les parafoudres T1, T2 et T3 concernent les anciens essais de classes I, II et III.		

4.6 Environnement

4.6.1 En intérieur

Parafoudres destinés à être utilisés dans des enveloppes et/ou à l'intérieur des bâtiments ou sous abri.

NOTE 1 Les parafoudres installés à l'extérieur dans des enveloppes ou sous abri sont considérés comme des parafoudres pour usage intérieur.

NOTE 2 Cette classification correspond à des parafoudres utilisés dans des lieux protégés contre les intempéries sans contrôle de la température et de l'humidité; il s'agit des caractéristiques d'influence externe de code AB4 décrites dans l'IEC 60364-5-51.

4.6.2 En extérieur

Parafoudres destinés à être utilisés à l'extérieur des bâtiments ou abris.

NOTE Cette classification correspond à des parafoudres utilisés en des lieux non protégés contre les intempéries.

4.6.3 Parafoudres non submersibles

4.6.4 Parafoudres submersibles

Parafoudres qui peuvent faire face à une immersion temporaire ou permanente.

4.7 Accessibilité

4.7.1 Accessible

Parafoudre qui peut être totalement ou partiellement touché par une personne ordinaire, sans utilisation d'un outil pour ouvrir d'éventuels couvercles ou enveloppes après installation.

4.7.2 Inaccessible

Parafoudre qui ne peut être touché par une personne ordinaire, soit du fait qu'il est monté hors d'atteinte, soit du fait qu'il se trouve dans des enveloppes qui, après installation, ne peuvent être ouvertes qu'au moyen d'un outil.

4.8 Méthode d'installation

4.8.1 Permanente

Parafoudre ou jeu de parafoudre conforme au moins à la catégorie de surtension III selon l'IEC 60664-1:2020.

4.8.2 Portable

Parafoudre ou jeu de parafoudre conforme au moins à la catégorie de surtension II selon l'IEC 60664-1:2020.

4.9 Emplacement du déconnecteur (comportant une protection contre les surintensités)

4.9.1 Interne

4.9.2 Externe

4.9.3 Combiné (interne et externe)

4.9.4 Aucune

4.10 Degré de protection procuré par les enveloppes conformément à l'IEC 60529 (code IP)

4.11 Domaines de température et d'humidité

4.11.1 Normal

4.11.2 Étendu

4.12 Modes de protection du parafoudre

4.12.1 Parafoudre fournissant un seul mode de protection

4.12.2 Parafoudre multimode

4.13 Mode de fin de vie du jeu de parafoudre

4.13.1 Mode de circuit ouvert (MCO)

4.13.2 Mode de court-circuit (MCC)

4.14 Fonction de protection contre les courts-circuits pour le mode de fin de vie MCO

4.14.1 Interne

4.14.1.1 Parafoudre avec fusible intégré conformément à la série IEC 60269 ou à la série IEC 60127

4.14.1.2 Parafoudre avec disjoncteur ou disjoncteur miniature intégré conformément à l'IEC 60947-2, à la série IEC 60898 ou à la série IEC 61009

4.14.1.3 Parafoudre avec fonction de protection contre les courts-circuits spécifique

4.14.1.4 Parafoudre avec fonction combinée de protection contre les surtensions et fonction de protection contre les courts-circuits spécifique (non séparables)

Dans ce cas, une partie de la fonctionnalité de protection contre les surtensions et une partie de la fonctionnalité de protection contre les courts-circuits sont, en raison de leur conception, combinées de sorte qu'elles ne puissent pas être traitées séparément pour les essais ou pour la préparation des échantillons.

Ces parafoudres exigent:

- un autre composant de protection contre les surtensions (SPC), à limitation de tension ou à coupure de tension, ayant seulement une fonctionnalité de protection contre les surtensions et connecté en série avec la fonctionnalité combinée susmentionnée; et
- une tenue en tension diélectrique significativement plus élevée après une interruption par court-circuit que le niveau de protection à l'état neuf.

NOTE La fonctionnalité de protection contre les surtensions est généralement assurée par des composants de protection contre les surtensions (SPC), par exemple des varistances à oxyde métallique conformément à l'IEC 61643-331, des tubes à décharge dans le gaz conformément à l'IEC 61643-311, des éclateurs.

4.14.2 Externe

4.14.2.1 Fusible

Conformément à la série IEC 60269, à l'IEC 60127 ou à des normes nationales équivalentes.

NOTE Les fusibles conformément à l'IEC 60127 sont destinés uniquement à un usage interne dans les équipements, mais pas comme fusibles d'installation.

4.14.2.2 Disjoncteur ou disjoncteur miniature

Conformément à la série IEC 60898, à la série IEC 61009 ou à l'IEC 60947-2 ou à des normes nationales équivalentes.

4.14.2.3 SSD

Conformément à l'IEC TS 61643-06 (actuellement 37A/406/CD).

NOTE Le déconnecteur spécifique de parafoudre (SSD, SPD Specific Disconnecter) est un dispositif destiné à déconnecter le parafoudre en fin de vie du réseau d'alimentation électrique et est capable de résister aux impulsions assignées du parafoudre.

5 Vide

6 Marquage et autres informations sur le produit

6.1 Généralités

Une liste des marquages et autres informations sur le produit est fournie en 6.2. Pour déterminer lesquels de ces éléments sont applicables à un parafoudre spécifique, voir les articles correspondants de la ou des parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643.

Lorsque l'espace ne permet pas de placer tous les marquages exigés avec une taille de police d'au moins 1 mm, au moins les marquages spécifiés en 6.2, 1) et 7) (si les connexions ne sont pas interchangeables) sont suffisants sur le parafoudre. Les autres marquages exigés pour lesquels il n'y a pas assez d'espace doivent apparaître dans les instructions d'installation.

Un parafoudre peut être de plusieurs types conformément à 6.2, 2) (parafoudre T1 et parafoudre T2, par exemple). Dans un tel cas, si le fabricant déclare seulement un niveau de protection, alors celui-ci doit être le plus élevé.

La conformité est vérifiée par examen visuel.

6.2 Liste des informations

1) Nom du fabricant ou marque et numéro de série

2) Classification du type de parafoudre:

- Pour un parafoudre T1: "T1" (T1 dans un carré)
- Pour un parafoudre T2: "T2" (T2 dans un carré)
- Pour un parafoudre T3: "T3" (T3 dans un carré)

NOTE 1 Au Japon, les parafoudres peuvent être marqués "classe I" au lieu de "T1", "classe II" au lieu de "T2" et "classe III" au lieu de "T3".

NOTE2 Pour les parafoudres connectés aux réseaux de télécommunication et de signalisation conformément à l'IEC 61643-21, une classification de type différente s'applique.

3) Indication de fonctionnement du déconnecteur (le cas échéant) ou du moyen de court-circuitage (le cas échéant)

4) Tension maximale de régime permanent U_C pour chaque mode de protection (si U_C est différente pour chaque mode de protection déclaré par le fabricant)

5) Type de courant suivant le cas:

- Courant alternatif ou "~" et/ou fréquence (si différente de 50 Hz et 60 Hz)
- Courant continu
- Autres types (par exemple courant alternatif + courant continu combinés, non sinusoïdal)

6) Paramètres de décharge des parafoudres (si différents, pour chaque mode de protection déclaré par le fabricant):

- Pour un parafoudre T1: " I_{imp} " avec la valeur en kA (par exemple I_{imp} 25 kA)
- Pour un parafoudre T2: " I_n " avec la valeur en kA (par exemple I_n 25 kA)
- Pour un parafoudre T3: " U_{OC} " avec la valeur en kV (par exemple U_{OC} 6 kV)

7) Identification des connexions (sauf indication contraire sur les dispositifs), y compris toute connexion à un PE ou à toute autre terre de référence

8) Courant de charge assigné I_L pour les parafoudres à deux ports et pour les parafoudres à un port avec connexions d'entrée et de sortie séparées

9) Tensions nominales des réseaux de courants alternatif et/ou continu, suivant le cas, pour lesquelles le parafoudre est conçu

10) Régulation de tension maximale admise (fluctuation de tension) en % de la tension nominale du réseau en courant alternatif et/ou en courant continu

11) Niveau de protection en tension U_p pour chaque mode de protection (si U_p est différent)

NOTE 3 Le fabricant peut, en outre, fournir un diagramme/graphique du courant de décharge par rapport au niveau de protection, permettant d'extraire le niveau de protection du parafoudre au courant de décharge nécessaire pour une application spécifique. Pour une application spécifique, la valeur à un courant de décharge de 5 kA est pertinente conformément à l'IEC 60364-5-53.

12) Niveau de protection en tension U_p pour la connexion en série des modes de protection du parafoudre, par exemple entre phase et PE (si cela est déclaré par le fabricant, voir l'Annexe F)

13) Degré de protection procuré par l'enveloppe (code IP) si > IP20

14) Environnement (voir 4.6)

15) Nombre de ports

16) Méthode d'installation

17) Courant de court-circuit assigné I_{SCCR}

- 18) Valeurs assignées et caractéristiques du ou des déconnecteurs externes, si cela est exigé, et pour le déconnecteur interne lorsque le parafoudre est classé selon 4.14.1.1 ou 4.14.1.2

NOTE 4 Cela inclut les réglages des caractéristiques assignées ajustables (pour les disjoncteurs conformes à l'IEC 60947-2, par exemple).

- 19) Orientation pour une installation normale, si elle est significative
- 20) Type de schéma pour lequel le circuit principal du parafoudre est conçu (par exemple schéma TN, TT, IT) et emplacements d'installation prévus (distribution d'énergie, installation fixe, portable) ou catégories de surtension (OVC II, III, IV)
- 21) Connexion prévue (par exemple entre phase et neutre ou point milieu, entre phase et terre, neutre ou point milieu et terre, entre phases, etc.)
- 22) Dimensions mécaniques, longueurs des conducteurs, etc.
- 23) Domaines de température et d'humidité (voir en 7.3 et 7.4)
- 24) Courant permanent I_C pour chaque mode de protection (si I_C est différent)
- 25) Courant dans le conducteur de protection I_{PE} (courant alternatif et/ou continu suivant le cas)
- 26) Parafoudre court-circuitant et valeur assignée du courant de foudre de transition I_{trans} correspondant, le cas échéant (voir l'Annexe E)
- 27) Distance minimale d'installation du parafoudre par rapport à toute surface conductrice mise à la terre, le cas échéant
- 28) I_{max} (si valeur déclarée par le fabricant)
- 29) Mode de fin de vie du jeu de parafoudre
- 30) Valeur d'essai de surtension temporaire U_T , courants de défaut correspondants et/ou le(s) type(s) de réseaux pour lesquels le parafoudre est conçu et détails de connexion correspondants, ainsi que comportement vis-à-vis des surtensions temporaires (tenue ou défaillance en sécurité)

NOTE 5 Les valeurs et détails d'essai sont donnés dans la ou les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643, suivant le cas.

- 31) Courant total de décharge I_{Total} pour les parafoudres multimodes et le type de parafoudre respectif, sauf pour les parafoudres T3 (si cela est déclaré par le fabricant)
- 32) Chute de tension pour les parafoudres à deux ports (si cela est déclaré par le fabricant).
- 33) Capacité de tenue aux chocs aval pour les parafoudres à deux ports (si cela est déclaré par le fabricant)
- 34) Informations relatives aux éléments remplaçables (indicateurs, fusibles, etc., le cas échéant)
- 35) Vitesse de croissance de la tension du/dt (si cela est déclaré par le fabricant)
- 36) Facteur de courant k , s'il est différent de celui indiqué dans le Tableau 26
- 37) Modes de protection déclarés par le fabricant (pour les parafoudres multimodes)
- 38) Toutes les étiquettes d'avertissement exigées doivent être fournies avec chaque produit livré (par exemple pour les parafoudres MCC)
- 39) Informations et données techniques pour les circuits électriquement séparés:

Informations relatives au type de séparation (séparation simple/isolation principale ou séparation de protection/isolation double ou renforcée) entre le circuit principal du parafoudre et tout circuit électriquement séparé, ainsi qu'entre les circuits électriquement séparés (s'il y en a plusieurs)

Tensions assignées, courants, catégorie de surtension, etc., suivant le cas, pour lesquels le circuit électriquement séparé est conçu

NOTE 6 La catégorie de surtension (OVC) affectée à un circuit électriquement séparé peut différer de la catégorie de surtension (OVC) affectée aux circuits principaux.

NOTE 7 Les circuits de contact auxiliaires, les circuits d'alimentation séparés, par exemple pour les parafoudres avec des fonctions électroniques supplémentaires, ou encore les ports de télécommunication de type LAN, sont des exemples de circuits électriquement séparés.

- 40) Courant de court-circuit assigné minimal présumé $I_{SCCRMIN}$ pour les parafoudres conformément à 4.14.1.3 ou 4.14.1.4, s'il est déclaré et s'il est supérieur à 300 A ou 100 A suivant le cas (voir 9.3.6.3.4)
- 41) Conception du mode de protection (voir en 4.4)
- 42) Si le circuit d'indication d'état n'utilise pas de composants certifiés utilisés selon leurs caractéristiques assignées, le fabricant doit fournir les normes d'essai appropriées permettant de soumettre à essai le composant spécifique concerné
- 43) Courant d'essai pour l'essai de surcharge de courant spécifique conformément à G.3 pour les parafoudres classés selon 4.14.1.4 uniquement

6.3 Informations relatives à l'indicateur d'état

Le fabricant doit fournir des informations concernant la fonction de l'indicateur et les actions à entreprendre après chaque changement d'état.

La conformité est vérifiée par examen visuel.

7 Conditions de service

7.1 Tension

La tension appliquée de manière continue entre les connexions du parafoudre ne doit pas dépasser sa tension maximale de régime permanent U_C .

7.2 Pression atmosphérique et altitude

La pression atmosphérique est de 80 kPa à 106 kPa. Ces valeurs représentent une altitude de +2 000 m à -500 m respectivement.

7.3 Températures

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

Les domaines de températures dépassant les limites ci-dessus peuvent être déclarés par le fabricant.

7.4 Humidité

- Domaine normal: 5 % à 95 %
- Domaine étendu: 5 % à 100 %

8 Exigences

8.1 Exigences générales

Les exigences de l'IEC 61643-01 s'appliquent aux parties suivantes de l'IEC 61643 lorsqu'elles sont explicitement mentionnées dans la partie suivante.

Pour les parafoudres qui sont de plusieurs types conformément à 6.2, 2), les essais en 9.3.4, 9.3.5, Annexe E, 9.6.5.2 et 9.6.4 (si I_{Total} est déclaré par le fabricant) doivent être effectués pour chaque type déclaré.

Les parafoudres ne doivent pas générer de situation dangereuse lorsqu'ils sont utilisés dans les conditions d'essai conformément au présent document.

Si le parafoudre fait partie intégrante d'un produit couvert par une autre norme, les exigences de cette autre norme doivent s'appliquer aux parties du produit qui n'appartiennent pas à la partie parafoudre du produit. La partie parafoudre doit respecter:

- l'Article 6 – Marquages et autres informations sur le produit;
- le paragraphe 8.1 – Exigences générales;
- le paragraphe 8.3 – Exigences électriques;
- le paragraphe 8.5 – Exigences environnementales et matérielles, mais uniquement pour les questions non traitées par l'autre norme applicable;
- le paragraphe 8.6 – Exigences supplémentaires pour les conceptions de parafoudres spécifiques, le cas échéant;
- les exigences mécaniques et les conditions de service de l'autre norme applicable.

Les déconnecteurs de parafoudre conformes à leur norme IEC correspondante (la série IEC 60898, par exemple) peuvent ne pas être réévalués pour les aspects déjà couverts par leur norme de produit pertinente.

8.2 Marquage

Les marquages du dispositif doivent être indélébiles et lisibles; ils ne doivent pas être apposés sur les vis et autres pièces amovibles.

NOTE Un module de parafoudre enfichable n'est pas considéré comme une pièce amovible.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.2.

8.3 Exigences électriques

8.3.1 Protection contre les chocs électriques

8.3.1.1 Protection contre les contacts directs

Cette exigence ne s'applique pas aux circuits TBTP ou TBTS.

En ce qui concerne la protection contre les contacts directs (inaccessibilité des parties actives), les parafoudres doivent être conçus de manière à ce que les parties actives ne puissent être touchées, lorsqu'ils sont installés conformément à l'usage prévu.

Les parafoudres, à l'exception de ceux classés comme inaccessibles, doivent être conçus de façon à ce que, lorsqu'ils sont câblés et montés comme en usage normal, les parties actives soient inaccessibles même après dépose des parties amovibles sans l'aide d'un outil.

Après installation conformément aux instructions du fabricant, la protection contre les contacts des parties actives des parafoudres, qui peuvent être accessibles à quiconque, doit au moins satisfaire aux exigences d'IP2XC conformément à l'IEC 60529.

Si le parafoudre fait partie intégrante d'un produit couvert par une autre norme, cette exigence s'applique uniquement à la partie parafoudre (voir également 8.1).

La connexion entre la connexion PE et toutes les parties conductrices accessibles doit présenter une faible résistance.

La conformité est vérifiée en effectuant les essais décrits dans l'IEC 60529 et à 9.3.1.

8.3.1.2 Protection pendant la maintenance et le remplacement

Lorsque le MCC est déclaré pour le jeu de parafoudre, les parafoudres doivent alors:

- soit être construits de manière à ne pas pouvoir être retirés ou débranchés sans l'aide d'un outil ou d'une clé après avoir atteint leur mode de fin de vie;
- soit être accompagnés d'une étiquette d'avertissement qu'il est nécessaire de placer à côté de chaque parafoudre et qui doit être visible après l'installation, indiquant que le circuit du parafoudre doit être coupé avant d'être retiré ou débranché; et
- les instructions d'installation du fabricant doivent clairement indiquer que l'accès au SPD ne doit pas être possible pour des personnes ordinaires.

La conformité est vérifiée par examen visuel et par une vérification manuelle, si cela est exigé.

8.3.2 Courant permanent I_C

Le courant traversant chaque mode de protection doit être mesuré.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.2.

8.3.3 Courant dans le conducteur de protection I_{PE}

Pour les parafoudres ayant une connexion PE, le courant I_{PE} doit être mesuré.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.3.

8.3.4 Tension de limitation mesurée

La tension de limitation mesurée des modes de protection du parafoudre, déterminée à partir:

- de la tension d'amorçage sur le front d'onde (si le parafoudre comprend des composants à coupure de tension) et des mesures de tension résiduelle à des courants de choc 8/20 ayant des valeurs de crête correspondantes jusqu'à I_{imp} pour un parafoudre T1 ou jusqu'à I_n pour un parafoudre T2;
- des mesures de forme d'onde combinée jusqu'à U_{OC} pour un parafoudre T3;

ne doit pas dépasser le niveau de protection en tension U_P spécifié par le fabricant.

Pour les configurations de parafoudre dans lesquelles la protection entre la phase et le PE implique plusieurs modes de protection connectés en série (par exemple entre L et N, puis entre N et PE), le niveau de protection en tension combiné doit être déclaré par le fabricant et doit être soumis à essai en conséquence.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.4.

8.3.5 Régime de fonctionnement

Le parafoudre doit supporter le nombre et la séquence spécifiés de courants de choc lorsqu'il est alimenté à sa tension maximale de régime permanent U_C , sans modification inacceptable de ses caractéristiques.

De plus, les parafoudres à coupure de tension ou les parafoudres combinés doivent être en mesure d'interrompre tout courant de suite jusqu'au courant de court-circuit assigné.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.5.

8.3.6 Performances de sécurité des parafoudres soumis à des surcharges

8.3.6.1 Déconnecteur et moyen de court-circuitage

8.3.6.1.1 Déconnecteurs

En mode MCO, les parafoudres doivent disposer de déconnecteurs (qui peuvent être internes ou externes ou les deux à la fois), à l'exception des parafoudres pour connexion N-PE ou M-PE en schéma TN et/ou TT uniquement. Le fonctionnement du ou des déconnecteurs doit être signalé par un indicateur d'état correspondant ou tout autre moyen.

NOTE 1 Un parafoudre pour connexion N-PE est un parafoudre connecté entre le conducteur neutre et le PE dans un réseau en courant alternatif, un parafoudre pour connexion M-PE étant un parafoudre connecté entre le conducteur de point milieu et le PE dans un réseau en courant continu.

Les déconnecteurs externes, s'ils sont déclarés, doivent satisfaire:

- soit à une norme IEC pertinente pour la protection contre les surintensités (la série IEC 60269 ou la série IEC 60127 pour les fusibles, la série IEC 60898, la série IEC 61009 ou l'IEC 60947-2 pour les disjoncteurs ou à des normes nationales équivalentes, par exemple);
- soit à l'IEC TS 61643-06 pour le SSD (spécification technique en cours de préparation).

NOTE 2 Au Japon, des déconnecteurs externes conformes à la sécurité des appareils électriques et des matériaux peuvent être installés.

Des informations sur l'ajout des déconnecteurs pendant les différents essais de type sont données dans les parties suivantes correspondantes de l'IEC 61643.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.

8.3.6.1.2 Moyens de court-circuitage

En mode MCC, les parafoudres doivent être dotés de moyens de court-circuitage internes. Leur fonctionnement doit être signalé par un indicateur d'état correspondant.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.

8.3.6.2 Protection thermique

Les parafoudres doivent être protégés contre tout échauffement dû à une dégradation ou à une surcharge de courant, et doivent atteindre leur fin de vie sans provoquer de condition dangereuse.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.2.

Cet essai n'est pas effectué sur les modes de protection du parafoudre contenant uniquement des composants à coupure de tension, sur les modes de protection du parafoudre avec fonctionnalité de protection contre les courts-circuits selon 4.14.1.4 et sur les dispositifs ABD.

8.3.6.3 Comportement aux courants de court-circuit

Lorsqu'il atteint sa fin de vie, un parafoudre doit résister aux courants de court-circuit présumés du réseau d'alimentation électrique sans provoquer de condition dangereuse.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.3.

Ces essais ne sont pas réalisés sur:

- des parafoudres classés "extérieurs" et "inaccessibles";
- des parafoudres prévus uniquement pour connexion N-PE ou M-PE dans les schémas TN et/ou TT;
- des ensembles parafoudres et leurs protections associées classés MCC.

8.3.6.4 Comportement de surcharge de courant spécifique

Un parafoudre doit atteindre sa fin de vie sans provoquer de conditions dangereuses.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.4.

Cet essai n'est pas effectué sur:

- des parafoudres classés "extérieurs" et "inaccessibles";
- des parafoudres prévus uniquement pour connexion N-PE ou M-PE dans les schémas TN et/ou TT.

8.3.6.5 Indicateurs d'état

Un indicateur d'état peut être constitué de deux parties (dont l'une n'est pas remplacée en cas de remplacement du parafoudre) reliées par un mécanisme de couplage pouvant être mécanique, optique, sonore, électromagnétique, etc. La partie de l'indicateur d'état qui n'est pas remplacée doit pouvoir fonctionner au moins 50 fois.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.6.5.

8.3.7 Résistance d'isolement

La résistance d'isolement du parafoudre doit être suffisante en matière de courants de fuite et de protection contre les contacts directs.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.7.

8.3.8 Tenue diélectrique

La tenue diélectrique du parafoudre doit être suffisante en matière de rupture de l'isolement et de protection contre les contacts directs.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.8.

8.3.9 Comportement vis-à-vis des surtensions temporaires

Un parafoudre doit se comporter de manière sûre lorsqu'il est soumis à des surtensions temporaires.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.3.9.

Il n'est pas nécessaire de procéder à cet essai pour des parafoudres ayant une valeur U_C supérieure ou égale à U_T .

NOTE Les essais ne tiennent pas compte d'un éventuel choc se produisant simultanément à un événement de TOV.

8.4 Exigences mécaniques

8.4.1 Généralités

Les parafoudres doivent être équipés de moyens assurant leur stabilité mécanique après montage.

Des dispositifs mécaniques de détrompage/enclenchement doivent être prévus afin de prévenir toute combinaison incorrecte de modules de parafoudres enfichables et de bases de parafoudres.

La conformité est vérifiée par examen visuel.

8.4.2 Vis, parties conductrices et connexions

Les vis, parties conductrices et connexions des parafoudres doivent être correctement fixées et suffisamment fiables pour leur utilisation prévue.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.4.2, par examen et connexion d'essai.

8.4.3 Connexions externes

8.4.3.1 Généralités

Il doit être possible de réaliser les connexions électriques au moyen:

- de bornes à vis et assemblages boulonnés;
- de bornes sans vis;
- de connexions à perçage d'isolant;
- de bornes plates à connexion rapide;
- de conducteurs volants (connexions par queues de cochon);
- d'autres dispositifs d'efficacité équivalente; ou
- de fiches et/ou embases normalisées.

Les exigences suivantes ne s'appliquent pas aux fiches et/ou embases normalisées:

Les connexions doivent être conçues pour la connexion de câbles de sections minimales et maximales conformément à 9.4.3.1.

Les connexions doivent être fixées sur le parafoudre de manière à ce qu'elles ne deviennent pas lâches en cas de serrage ou de desserrage des vis ou écrous de blocage. Un outil doit être exigé pour le desserrage des vis ou écrous de blocage.

- a) Les connexions pour les conducteurs externes doivent être telles que les conducteurs puissent être connectés pour maintenir de manière permanente la pression de contact nécessaire. Les connexions doivent être facilement accessibles dans les conditions d'utilisation prévues.
- b) Les moyens de fixation des conducteurs dans les connexions ne doivent pas servir à la fixation d'autres éléments, même s'ils peuvent fixer les bornes en place ou les empêcher de tourner.
- c) Les connexions doivent avoir une résistance mécanique appropriée.
- d) Les connexions doivent être conçues de manière à serrer le conducteur sans l'endommager.
- e) Les connexions doivent être conçues de manière à serrer le conducteur de manière sûre entre des surfaces métalliques.

- f) Les connexions doivent être conçues et disposées de manière que ni un conducteur monobrin rigide, ni un brin de conducteur multibrin ne puisse s'échapper des dispositifs de serrage par vis ou écrou lors du serrage.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.

8.4.3.2 Bornes à vis et assemblages boulonnés

Les connexions doivent être conçues et construites comme décrit ci-dessous.

- a) Les vis et écrous de serrage des conducteurs doivent présenter un filetage ISO ou un pas et une tenue mécanique comparables.

Les filetages SI, BA et UN peuvent être utilisés, car ils présentent des caractéristiques mécaniques et des pas pratiquement équivalents aux filetages ISO.

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

Ces exigences n'impliquent pas que les connexions doivent être conçues de manière que leur rotation ou leur déplacement soit empêché, mais tout mouvement doit être suffisamment limité pour éviter une non-conformité aux exigences de la présente norme.

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

- le produit d'étanchéité ou la résine ne sont pas soumis à des contraintes en usage normal; et
 - l'efficacité du produit d'étanchéité ou de la résine n'est pas affectée par les températures des connexions dans les conditions les plus défavorables spécifiées dans le présent document.
- c) Les dispositifs de serrage par vis ou écrous destinés à la connexion des conducteurs de protection doivent être fixés de façon appropriée de manière à éviter tout desserrage accidentel.
- d) Les vis ne doivent pas être réalisées en métaux mous ou susceptibles au fluage, comme le zinc ou l'aluminium.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.2.

8.4.3.3 Bornes sans vis

Les bornes doivent être conçues et construites de telle sorte:

- a) que chaque conducteur soit serré individuellement. Les conducteurs peuvent être connectés ou déconnectés soit simultanément, soit séparément;
- b) qu'il soit possible de serrer de façon sûre plusieurs conducteurs jusqu'au nombre maximal prévu.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.3.

8.4.3.4 Connexions à perçage d'isolant

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.4.

8.4.3.5 Bornes plates à connexion rapide

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.5.

8.4.3.6 Connexions par queues de cochon (conducteurs volants)

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.4.3.6.

8.4.3.7 Fiches et/ou embases normalisées

Les fiches et embases pour les parafoudres destinés à des applications électriques doivent être conformes aux exigences des normes internationales pertinentes (l'IEC 60884-1 et la série IEC 60320, par exemple). Des exigences nationales peuvent s'appliquer.

Les connecteurs pour les parafoudres destinés aux applications de télécommunication et de signalisation doivent être conformes aux normes internationales pertinentes (la série IEC 60603, par exemple).

8.4.4 Distances dans l'air et lignes de fuite

Le parafoudre doit présenter des distances dans l'air et des lignes de fuite appropriées.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.4.4.

8.4.5 Tenue mécanique

Toutes les parties du parafoudre assurant la protection contre les contacts directs doivent présenter une tenue mécanique suffisante.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.4.5.

8.5 Exigences relatives à l'environnement et aux matériaux

8.5.1 Degré de protection procuré par l'enveloppe (code IP)

Les parafoudres doivent être équipés d'une enveloppe destinée à les protéger contre la pénétration d'objets solides et d'eau, conformément au code IP déclaré par le fabricant.

La conformité est vérifiée par examen et par des essais réalisés conformément à 9.5.1.

8.5.2 Résistance à la chaleur

Les parafoudres doivent avoir une résistance suffisante à la chaleur.

La conformité est vérifiée en effectuant les essais décrits en 9.3.6.1 et 9.5.2.

8.5.3 Résistance à une chaleur anormale et au feu

Les parties isolantes des boîtiers doivent être soit non inflammables, soit auto-extinguibles.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.5.3.

8.5.4 Résistance au cheminement

Les matériaux isolants doivent présenter une résistance suffisante au cheminement.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.5.4.

Ces essais ne sont pas nécessaires si les lignes de fuite sont supérieures ou égales au double des valeurs indiquées en 9.4.4 ou lorsque les matériaux isolants sont inorganiques comme la céramique, le mica ou des matières similaires.

8.5.5 Comportement de vieillissement à la chaleur humide

Les parafoudres destinés à des applications en courant continu doivent résister à une humidité de longue durée sans augmentation inacceptable du courant de fuite.

La conformité est soumise à essai conformément à 9.5.5.

8.5.6 Compatibilité électromagnétique

8.5.6.1 Immunité aux perturbations électromagnétiques

Les parafoudres qui ne comportent pas de circuits électroniques ou qui comportent des circuits électroniques dont tous les composants sont passifs (par exemple des diodes, des résistances, des condensateurs, des inductances, des varistances et autres composants de protection contre les surtensions) ne sont pas sensibles aux perturbations électromagnétiques dans des conditions normales de service prévues et par conséquent aucun essai d'immunité n'est exigé. Si les parafoudres contiennent des circuits électroniques sensibles:

- l'IEC 61000-6-1 doit s'appliquer lorsque le parafoudre est déclaré uniquement pour une utilisation dans des environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère; ou
- l'IEC 61000-6-2 doit s'appliquer lorsque le parafoudre est déclaré pour une utilisation dans des environnements industriels ou lorsqu'aucune condition d'environnement CEM n'est déclarée par le fabricant.

8.5.6.2 Émissions électromagnétiques

Pour les parafoudres qui ne comportent pas de circuits électroniques ou qui comportent des circuits électroniques qui ne génèrent pas de fréquences fondamentales supérieures ou égales à 9 kHz en fonctionnement normal, les perturbations électromagnétiques ne peuvent être générées que lors des opérations de protection. Les durées de ces perturbations sont de l'ordre des microsecondes aux millisecondes.

La fréquence, le niveau et les conséquences de ces émissions sont pris en compte dans le cadre de l'environnement électromagnétique normal des installations basse tension. De ce fait, les exigences relatives aux émissions électromagnétiques sont considérées comme satisfaites et aucune vérification n'est nécessaire.

Pour les parafoudres comportant des circuits électroniques assurant une fonction de coupure et fonctionnant à une fréquence d'au moins 9 kHz:

- le CISPR 14-1 pour les parafoudres déclarés pour environnements résidentiels ou si aucune condition d'environnement CEM n'est déclarée par le fabricant; ou
- le CISPR 11 pour les parafoudres déclarés pour environnements industriels uniquement.

8.6 Exigences supplémentaires pour des conceptions de parafoudres spécifiques

8.6.1 Parafoudres à deux ports et parafoudres à un port avec connexions d'entrée/sortie séparées

8.6.1.1 Courant de charge assigné I_L

Le parafoudre doit être en mesure de supporter le courant de charge assigné.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.1.1.

8.6.1.2 Comportement en surcharge de courant

Le parafoudre ne doit pas être endommagé ou altéré par les surcharges de courant qui peuvent se produire en service.

En mode MCO, la conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.1.2.

8.6.1.3 Comportement vis-à-vis des courants de court-circuit aval

Le parafoudre doit pouvoir supporter le courant induit par un court-circuit de l'alimentation du côté charge jusqu'à ce qu'il y ait coupure soit par le parafoudre à proprement parler, soit par un déconnecteur interne ou externe.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.1.3.

Cet essai n'est pas effectué sur:

- des parafoudres classés "extérieurs" et "inaccessibles";
- des parafoudres prévus uniquement pour connexion N-PE ou M-PE dans les schémas TN et/ou TT.

8.6.2 Contrainte d'environnement pour les parafoudres installés à l'extérieur

Les parafoudres installés à l'extérieur doivent avoir une résistance suffisante aux conditions environnementales prévues.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.2.

8.6.3 Parafoudres à circuits électriquement séparés

Sur la base des informations fournies par le fabricant conformément à 6.2, 39), l'isolation entre des circuits électriquement séparés doit être conforme aux exigences de séparation simple (isolation principale) ou de séparation de protection (isolation double/renforcée ou isolation principale plus protection par écran).

Si une TBTS ou une TBTP peut être connectée à un circuit électriquement séparé ou au circuit principal conformément aux instructions du fabricant, une séparation de protection (isolation double/renforcée, par exemple) est exigée entre ce circuit TBTS ou TBTP et tout autre circuit qui peut être connecté à des sources autres que TBTS ou TBTP.

La conformité est vérifiée conformément à 9.6.3.

8.6.4 Courant total de décharge I_{Total} , si cela est déclaré par le fabricant

Les parafoudres multimodes possédant une connexion PE, PEN ou PEM doivent présenter une capacité de courant appropriée pour les chocs en mode commun, lorsque cela est déclaré par le fabricant.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.4.

8.6.5 Parafoudres à deux ports

8.6.5.1 Chute de tension, si cela est déclaré par le fabricant

La chute de tension ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.5.1.

8.6.5.2 Capacité de tenue aux chocs aval, si cela est déclaré par le fabricant

Le parafoudre ne doit pas être altéré par des chocs allant jusqu'à la capacité de tenue aux chocs aval.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.5.2.

8.6.5.3 Vitesse de croissance de la tension du/dt , si cela est déclaré par le fabricant

La vitesse de croissance de la tension ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant.

La conformité est vérifiée en effectuant l'essai décrit en 9.6.5.3.

8.6.6 Parafoudres court-circuitants

Les parafoudres décrits en 3.1.53 doivent être conformes à l'Annexe E.

8.7 Essais individuels de série et de réception

Les exigences relatives aux essais individuels de série et aux essais de réception sont fournies à l'Annexe A.

9 Essais

9.1 Procédures d'essais de type

9.1.1 Généralités

Sauf spécification contraire, les essais de type sont effectués sur trois nouveaux échantillons par essai, comme indiqué dans les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643. Dans toute procédure d'essai, l'ordre des paragraphes doit être respecté. Les essais des connexions doivent être effectués sur trois échantillons de connexions pour chaque type de construction/connexion. (Un parafoudre comportant au moins trois connexions identiques satisfait à cette exigence d'échantillonnage.)

Un échantillon satisfait à un essai si l'ensemble des exigences des articles et paragraphes d'essais pertinents et des critères d'acceptation sont remplis.

Si tous les échantillons exigés satisfont à un essai, la conception du parafoudre est acceptable pour cet essai particulier. Si au moins deux échantillons d'essai échouent à un essai, le parafoudre est considéré comme non conforme au présent document.

Dans le cas où un seul échantillon ne satisfait pas à un essai donné, cet essai, ainsi que ceux le précédant qui peuvent avoir influencé le résultat de cet essai, doivent être recommencés sur trois nouveaux échantillons. À ce moment-là, tous les échantillons doivent satisfaire au nouvel essai.

Un même jeu de trois échantillons peut être utilisé pour plusieurs essais, si cela est exigé dans le présent document et après accord du fabricant.

NOTE1 L'accord du fabricant est nécessaire, car cela peut avoir des répercussions sur les résultats d'essai (les essais réalisés de manière consécutive sur le même jeu d'échantillons peuvent être plus rigoureux).

NOTE 2 Pour certains essais, des échantillons spécialement préparés sont exigés.

Sauf spécification contraire, la norme de référence pour les procédures d'essai haute tension est l'IEC 61180.

Sauf spécification contraire, les valeurs en courant alternatif mentionnées dans le présent document sont des valeurs efficaces.

Sauf spécification contraire, une source d'alimentation à caractéristique linéaire (voir la Figure 1) doit être utilisée.

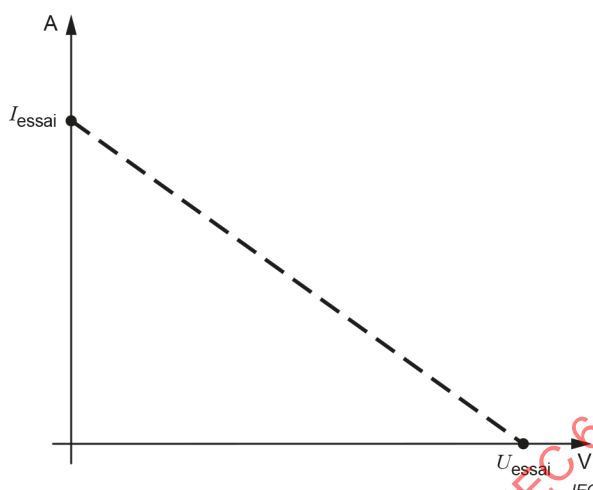


Figure 1 – Caractéristiques d'I/U pour une source d'alimentation linéaire

Le parafoudre doit être installé et relié électriquement conformément aux instructions d'installation indiquées par le fabricant. Sauf spécification contraire, l'échantillon soumis à essai ne doit être soumis à aucun refroidissement externe ni à aucun chauffage.

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

Un équilibre thermique est une situation dans laquelle la variation de l'échauffement au-dessus de la température ambiante est inférieure à 1 K par heure.

Sauf spécification contraire, pour tous les essais exigeant une alimentation en courant alternatif à U_{test} , U_T ou U_C , la tolérance de tension doit être de $+0/-5\%$ pour les essais.

Pour les essais avec des courants de court-circuit:

- le courant de court-circuit présumé est appliqué aux connexions du jeu de parafoudre (pour les parafoudres déclarés avec un déconnecteur externe) ou aux connexions du parafoudre (si aucun déconnecteur externe n'est déclaré);
- la valeur du courant de court-circuit présumé est ajustée en utilisant une impédance négligeable pour remplacer le DUT.

Sauf spécification contraire, la tolérance pour les courants doit être de $+5/0\%$.

Sauf spécification contraire, pour tous les essais où une source d'alimentation en courant continu est exigée, toutes les valeurs instantanées de la tension d'essai doivent rester entre U_{test} et $U_{\text{test}} - 5\%$, U_T et $U_T - 5\%$ ou U_C et $U_C - 5\%$ lorsqu'un courant de charge égal à 1 A circule. De plus, au moins un pont redresseur à 6 impulsions doit être utilisé pour limiter l'ondulation maximale en conditions de pleine charge.

NOTE 3 Cela signifie que l'utilisation d'un redresseur à 6 impulsions exige un condensateur de lissage supplémentaire pour satisfaire à cette exigence de 5 %.

Pour toutes les mesures de courant continu statique, telles que I_C et I_{PE} , la diminution initiale après l'application de la tension doit être ignorée et les valeurs ne doivent pas être relevées moins de 30 s après l'application de la tension.

Lors des essais de parafoudres équipés de câbles par le fabricant, la longueur totale de ces câbles ou la longueur déclarée par le fabricant doit faire partie du parafoudre en essai.

Sauf spécification contraire, aucune maintenance ni aucun démontage du parafoudre ne sont autorisés pendant l'essai.

Sauf spécification contraire, tous les essais doivent être réalisés séparément sur chaque mode de protection déclaré par le fabricant conformément à 6.2, 37), en utilisant à chaque fois un nouveau jeu d'échantillons. Toutefois, si certains modes de protection ont des circuits identiques, il suffit de soumettre à essai uniquement le mode de protection qui représente la configuration la plus vulnérable.

Pour les parafoudres multimodes (par exemple des parafoudres triphasés) dont les circuits des composants de protection sont identiques, l'essai de chacun des modes de protection (par exemple les trois phases) peut satisfaire à l'exigence de trois échantillons.

L'Annexe F donne des informations sur la procédure d'essai réduite pour la connexion en série des modes de protection de parafoudres.

Lorsqu'un essai est exigé sur le jeu de parafoudre, ce dernier doit alors être complètement connecté conformément aux instructions du fabricant et l'essai doit être effectué pour tous les réseaux d'alimentation avec les connexions prévues conformément à 6.2, 20) et 21).

Si l'utilisation de papier de soie est exigée conformément aux exigences générales d'essai des parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643, le papier de soie doit être appliqué selon ce qui suit:

- pour les parafoudres destinés à être montés dans un tableau de distribution ou une enveloppe similaire, le papier de soie doit être fixé à une distance de 100 mm $\pm$ 20 mm dans toutes les directions de l'échantillon, à l'exception de la surface de montage;
- pour les autres parafoudres: tous les côtés du parafoudre, y compris sa partie inférieure, doivent être enveloppés de papier de soie, de manière lâche.

NOTE 4 Le papier de soie est un papier fin, mou et assez résistant, généralement utilisé pour emballer des objets cassables et dont le poids est compris entre 12 g/m² et 30 g/m².

Si l'utilisation d'un écran métallique est exigée conformément aux exigences générales d'essai des parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643, cet écran doit être placé sur toutes les faces du parafoudre.

a) Pour les parafoudres à enveloppe en plastique ou enveloppe partiellement en plastique, destinés à être montés dans un tableau de distribution ou une enveloppe similaire, un écran métallique doit être disposé sur toutes les faces du parafoudre, y compris le haut et le bas, à la distance minimale conformément à 6.2, 27). Les détails correspondants, y compris la distance entre l'écran métallique et le parafoudre, doivent être indiqués dans le rapport d'essai. L'écran métallique doit avoir les caractéristiques suivantes:

- structure:
 - grille, grillage;
 - métal perforé ou déployé;
- rapport de surface des trous/surface totale: 0,45 à 0,65;
- taille du trou ne dépassant pas 30 mm², sauf lorsque les conducteurs exigent un trou plus grand;
- finition: nue ou revêtement conducteur;

- résistance: la résistance entre le point le plus éloigné de l'écran métallique et le point de connexion de l'écran métallique doit être suffisamment faible pour ne pas limiter le courant de court-circuit de l'écran.

En outre, tout boîtier partiellement métallique est traité conformément à b).

- Pour les parafoudres à enveloppe métallique, qui sont destinés à être montés dans un tableau de distribution ou une enveloppe similaire, cette enveloppe métallique est considérée comme un écran conformément à cette exigence. Les modes de protection au PE ne sont pas soumis à cette exigence si l'enveloppe métallique, ou des parties de celle-ci, sont connectées en interne à la connexion PE.
- Pour tous les autres parafoudres, une feuille métallique doit envelopper hermétiquement tous les côtés du parafoudre, y compris le haut et le bas, sous forme d'écran. Les modes de protection au PE ne sont pas soumis à cette exigence si le parafoudre possède une enveloppe métallique, ou une enveloppe avec des parties métalliques, qui sont connectées en interne à la connexion PE.

La procédure c) peut être appliquée à la place de la procédure a) avec l'accord du fabricant, car cela représente des conditions d'essai plus strictes. Si le résultat d'essai selon la procédure d'essai c) est négatif, l'essai doit être reproduit selon la procédure d'essai a).

L'écran métallique et/ou l'enveloppe métallique et/ou la feuille métallique doivent être connectés par l'intermédiaire d'un fusible de 6 A gL/gG à l'une des connexions du parafoudre soumises à essai comme représenté à la Figure 2. L'écran doit être connecté à l'autre connexion du parafoudre après chaque application du courant de court-circuit.

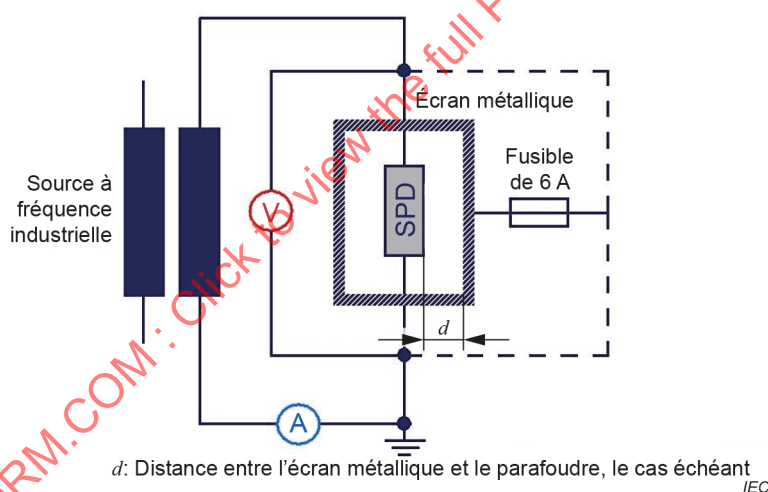


Figure 2 – Montage d'essai d'écran métallique

Les déconnecteurs externes doivent être choisis conformément aux instructions du fabricant et connectés pour les essais comme indiqué dans les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643.

Si le fabricant déclare un ou des déconnecteurs externes différents en fonction du courant de court-circuit présumé du réseau, tous les essais appropriés doivent être réalisés pour chaque combinaison du ou des déconnecteurs exigés et des courants de court-circuit présumés correspondants.

Pendant toute la procédure d'essai de type, les indicateurs d'état doivent clairement signaler l'état de la partie à laquelle ils sont connectés. S'il existe plusieurs méthodes d'indication d'état, par exemple en local et à distance, chaque type d'indication doit être vérifié.

De bonnes techniques sont exigées pour les essais de tenue à la tension de choc et les mesurages, afin de s'assurer que des valeurs d'essai correctes sont mesurées et enregistrées. Des informations spécifiques sur les mesures de tension résiduelle sont fournies dans l'IEC TR 61643-03.

Le système de mesure doit avoir une largeur de bande globale d'au moins:

- 20 MHz pour les mesures de tension de choc, à l'exception des mesures de tension résiduelle conformément à 9.3.4.2 où une largeur de bande globale de 10 MHz est suffisante;
- 1 MHz pour les mesures de courant de choc.

Un oscilloscope ou un enregistreur de transitoires avec un taux d'échantillonnage suffisant doit être utilisé pour enregistrer correctement la forme d'onde et satisfaire à la tolérance de réglage exigée conjointement avec une incertitude de mesure acceptable.

Le Tableau 3 indique les critères d'acceptation communs pour les essais de type appliqués dans les parties suivantes de l'IEC 61643.

IECNORM.COM : Click to view the full PDF of IEC 61643-01:2024

Tableau 3 – Critères d'acceptation pour les essais de type

A	La stabilité thermique doit être atteinte. Les modes de protection soumis à essai sont considérés comme stables d'un point de vue thermique si le courant continu, ou la composante résistive du courant (mesurée à la crête de l'onde sinusoïdale) pour le courant alternatif, circulant dans les modes de protection soumis à essai ou si la puissance dissipée tendent à décroître ou n'augmentent pas pendant 15 min d'application de la tension. Si l'essai à proprement parler est réalisé alors que les modes de protection soumis à essai sont alimentés à U_C , la tension U_C demeure appliquée pendant 15 min sans interruption ou est réappliquée dans l'intervalle de temps spécifié.
B	Les enregistrements de la tension et du courant ainsi que l'examen visuel ne doivent révéler aucune trace de perforation ou de contournement.
C	Aucun dommage visible ne doit apparaître pendant l'essai. Après l'essai, les petites empreintes et fissures qui ne remettent pas en cause la protection contre les contacts directs sont ignorées lors de la vérification, à moins que le degré de protection (code IP) indiqué pour le parafoudre ne soit plus assuré. Après l'essai, il ne doit y avoir aucune trace visuelle de brûlure de l'échantillon.
D	À l'issue de l'essai, les valeurs de tension de limitation mesurées doivent être inférieures ou égales à U_P. La tension de limitation mesurée doit être déterminée au moyen des essais décrits en 9.3.4; toutefois, l'essai décrit en 9.3.4.2 est réalisé uniquement avec un courant de choc 8/20 d'une valeur de crête de I_{imp} pour les parafoudres T1 ou de I_n pour les parafoudres T2 ou encore en réalisant l'essai décrit en 9.3.4.4, mais uniquement à U_{OC} pour les parafoudres T3. Pour les parafoudres qui sont de plusieurs types conformément à 6.2, 2): – 9.3.4.2 l'essai est effectué avec un courant de choc 8/20 avec une valeur de crête de I_{imp}, I_n ou $I_{CW} = U_{OC}/2 \Omega$, la valeur retenue étant la plus élevée des deux; – 9.3.4.3 l'essai est réalisé avec la valeur donnée ou U_{OC}, la valeur retenue étant la plus élevée des deux; – 9.3.4.4 l'essai n'est pas appliqué pour $U_{OC} \leq 6 \text{ kV}$; sauf pour les essais de 9.3.4, 9.3.5, 9.6.4 et 9.6.5.2.
E	Il ne doit pas y avoir de courants de fuite excessifs après l'essai. Le courant de fuite est mesuré dans l'heure qui suit l'application de la tension d'essai U_{test}. Le mode de protection en essai est mis sous tension à U_{test}. Le courant continu ou la composante résistive du courant alternatif (mesurée à la crête de l'onde sinusoïdale) circulant dans le mode de protection soumis à essai est mesuré et ne doit pas dépasser une valeur de 1 mA ou ne doit pas avoir varié de plus de 20 % par rapport à la valeur initiale déterminée sur les échantillons à l'état neuf. Si l'essai est effectué sur un jeu de parafoudre, toutes les connexions doivent être connectées à une source d'alimentation avec la tension d'essai (U_{test}) conformément aux instructions du fabricant. Le courant continu ou la composante résistive du courant (mesurée à la crête de l'onde sinusoïdale) pour le courant alternatif, traversant chaque connexion est mesuré simultanément et chaque valeur ne doit pas dépasser 1 mA ou ne doit pas avoir varié de plus de 20 % par rapport à la valeur initiale déterminée sur les échantillons à l'état neuf. Un déconnecteur réamorçable ou réarmable doit être manuellement mis hors service, le cas échéant, et la tenue diélectrique doit être vérifiée par application d'une tension conformément aux parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643. Au cours de l'essai, il ne doit pas y avoir de contournement, de claquage de l'isolation, qu'ils soient internes (perforation) ou externes (cheminement) ou une quelconque autre manifestation de décharge disruptive.
F	Les déconnecteurs externes, tels que spécifiés par le fabricant, ne doivent pas fonctionner au cours de l'essai et doivent demeurer en ordre de marche après l'essai. Pour les besoins du présent article, l'expression "ordre de marche" signifie que le déconnecteur n'a subi aucun dommage et qu'il doit être vérifié qu'il est encore opérationnel.
G	Les déconnecteurs internes ou les moyens de court-circuitage, tels que spécifiés par le fabricant, ne doivent pas fonctionner au cours de l'essai et doivent demeurer en ordre de marche après l'essai. Pour les besoins du présent article, l'expression "ordre de marche" signifie que le déconnecteur ou le moyen de court-circuitage n'a subi aucun dommage et qu'il doit être vérifié qu'il est encore opérationnel.
H	La coupure doit être assurée par un ou plusieurs déconnecteurs internes et/ou externes. Il doit être vérifié que l'indication d'état correspondante est correcte.
I	Les parties actives des parafoudres dont le degré de protection IP est supérieur ou égal à IP20 ne doivent pas être accessibles au doigt d'épreuve spécifié dans l'IEC 60529 appliqué avec une force de 5 N, sauf pour ce qui concerne les parties actives déjà accessibles avant l'essai lorsque le parafoudre est équipé comme en usage normal. En cas de doute, un indicateur électrique tel que spécifié en 9.3.1.1 est utilisé.

J	S'il y a déconnexion (interne ou externe) pendant l'essai, il doit être clairement prouvé que la coupure du ou des composants de protection correspondants est effectivement réalisée.
	En cas de déconnexion interne, le mode de protection soumis à essai est alimenté à la tension maximale de régime permanent U_C pendant 1 min.
	Si l'essai est effectué sur un jeu de parafoudre, toutes les connexions doivent être connectées à une source d'alimentation avec la tension maximale de régime permanent U_C conformément aux instructions d'installation du fabricant.
	La source d'essai doit avoir une capacité de courant de court-circuit supérieure ou égale à 200 mA. Le courant circulant à travers les composants de protection concernés ne doit pas dépasser 1 mA.
	Les courants traversant les composants reliés en parallèle au ou aux composants de protection correspondants ou connectés de toute autre manière (par exemple les circuits des indicateurs d'état) sont dans ce cas ignorés dans la mesure où ils ne peuvent pas générer de courant qui circulerait à travers le ou les composants de protection concernés.
	En outre, le courant passant par le conducteur de protection est mesuré conformément à 9.3.3, y compris les circuits parallèles et les éventuels autres circuits (les circuits des indicateurs d'état, par exemple) et ne doit pas dépasser 1 mA. Les courants qui circulent dans des circuits parallèles (par exemple des circuits indicateurs) ne sont pas pris en compte lorsque les éléments de protection au PE sont remplacés par des blocs de cuivre.
K	Le courant de court-circuit de la source d'alimentation, le cas échéant, doit être interrompu dans les 5 s par un ou plusieurs déconnecteurs internes et/ou externes.
L	Le papier de soie ne doit pas prendre feu.
M	Il ne doit se produire aucune explosion ni aucun autre danger pour le personnel ou l'installation.
N	Il ne doit pas y avoir de contournement par l'écran métallique et le fusible de 6 A gL/gG de connexion de l'écran ne doit pas fonctionner au cours de l'essai.
O	Après cet essai, les échantillons doivent revenir à la température ambiante et le mode de protection soumis à essai doit être connecté à une source d'alimentation réglée à U_C pendant 2 h. Le courant traversant le mode de protection soumis à essai doit être surveillé et ne doit pas dépasser de plus de 10 % la valeur mesurée au début de l'essai.
P	Le mode de court-circuit doit être fourni par le moyen de court-circuitage. Il doit être vérifié que l'indication d'état correspondante est correcte.
Q	Dans les 10 s qui suivent l'atteinte du mode de court-circuit, le parafoudre doit être connecté à une source d'alimentation délivrant I_{SCCR} à n'importe quelle tension appropriée. Le courant I_{SCCR} doit être maintenu pendant 2 h ou jusqu'à ce que l'équilibre thermique soit atteint, la valeur retenue étant la plus longue des deux. Pendant cette période, l'échauffement de la surface au point le plus chaud du boîtier ne doit pas dépasser 120 K. L'échauffement de la surface au point le plus chaud ne doit pas dépasser 80 K cinq minutes après l'application de I_{SCCR} .

9.1.2 Courant de choc de décharge

Le courant de choc de décharge traversant le dispositif en essai (DUT) est défini par la valeur de crête I_{imp} , la charge Q et l'énergie spécifique W/R . Le courant de choc ne doit pas changer de polarité et doit atteindre I_{imp} dans les 50 μ s. Le transfert de la charge Q doit se produire dans les 5 ms et l'énergie spécifique W/R doit être dissipée en moins de 5 ms.

La durée du courant de choc ne doit pas dépasser 5 ms.

NOTE La conformité à cette exigence peut être vérifiée en mesurant la chute de tension aux connexions du parafoudre.

Le Tableau 4 donne les valeurs de Q (As) et de W/R (kJ/ Ω), pour des exemples de valeurs de I_{imp} (kA).

La relation entre I_{imp} , Q et W/R est la suivante:

$$Q = I_{imp} \times a$$

où

$$a = 5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

$$W/R = I_{\text{imp}}^2 \times b$$

où

$$b = 2,5 \times 10^{-4} \text{ s}$$

Tableau 4 – Exemple de paramètres pour le courant de choc de décharge

I_{imp} dans les 50 μs kA	Q dans les 5 ms As	W/R dans les 5 ms kJ/ Ω
25	12,5	156
20	10	100
12,5	6,25	39
10	5	25
5	2,5	6,25
2	1	1
1	0,5	0,25
NOTE L'une des formes d'onde de choc d'essai possible, satisfaisant les paramètres ci-dessus, est la forme d'onde 10/350 proposée dans l'IEC 62305-1.		

Les tolérances suivantes doivent s'appliquer:

- I_{imp} -10 %/+10 %;
- Q -10 %/+20 %;
- W/R -10 %/+45 %.

9.1.3 Courant de choc 8/20

La forme d'onde est 8/20. Les tolérances sur la forme d'onde de courant circulant à travers le dispositif en essai sont les suivantes:

- valeur de crête $\pm 10 \%$
- durée du front $\pm 10 \%$
- durée jusqu'à mi-valeur $\pm 10 \%$

Un léger dépassement ou des oscillations sont permis si l'amplitude de chaque oscillation ne dépasse pas la valeur de crête de plus de 5 %. Toute inversion de polarité après le passage par zéro du courant ne doit pas être supérieure à 30 % de la valeur de crête.

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.

9.1.4 Tension de choc 1,2/50

La forme d'onde de tension normale est 1,2/50. Les tolérances de forme d'onde de la tension de circuit ouvert aux points où le dispositif en essai (DUT) est connecté sont les suivantes:

- valeur de crête $\pm 5 \%$
- durée du front $\pm 10 \%$
- durée jusqu'à mi-valeur $\pm 20 \%$

Des oscillations ou un dépassement peuvent apparaître à la valeur de 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 de cette courbe moyenne est celle qui définit la valeur de crête mesurée de la tension du circuit ouvert.

L'impédance de sortie du générateur d'essai doit être comprise entre 400 Ω et 500 Ω .

Pour les besoins des essais de tension d'amorçage, un front montant régulier et propre de la tension de choc en circuit ouvert, sans discontinuités ni oscillations superposées et sans effets de rebond de l'interrupteur de déclenchement, est essentiel pour obtenir des résultats de mesure significatifs et reproductibles.

9.1.5 Forme d'onde combinée

9.1.5.1 Circuit d'essai général pour la détermination de la tension de limitation mesurée (9.3.4) avec un réseau de découplage

Le choc normal d'un générateur d'ondes combinées est caractérisé par la tension de sortie en circuit ouvert et par le courant de sortie en court-circuit. La tension en circuit ouvert doit présenter une durée de front de 1,2 μs et une durée jusqu'à mi-valeur de 50 μs . Le courant de court-circuit doit présenter une durée de front de 8 μs et une durée jusqu'à mi-valeur de 20 μs .

NOTE Pour plus de recommandations sur ce sujet, voir l'IEEE C62.45:2002.

a) Les tolérances de la tension de circuit ouvert U_{OC} aux points où le dispositif en essai est connecté sont les suivantes:

- valeur de crête $\pm 5 \%$
- durée du front $\pm 30 \%$
- durée jusqu'à mi-valeur $\pm 20 \%$.

Ces tolérances concernent le générateur uniquement, sans connexion d'un quelconque circuit du parafoudre ou de l'alimentation.

Des oscillations ou un dépassement peuvent apparaître à la valeur de 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 moyenne est celle qui définit la valeur de crête de la tension d'essai.

Les oscillations dépassant de 3 % la valeur de crête ne sont pas admises sur le front montant de la tension de choc entre 0 % et 80 % de la valeur de crête.

b) Les tolérances de courant de court-circuit I_{CW} du générateur d'ondes combinées aux points de connexion du dispositif en essai (DUT) sont les suivantes:

- valeur de crête $\pm 10 \%$
- durée du front $\pm 10 \%$
- durée jusqu'à mi-valeur $\pm 10 \%$.

Ces tolérances applicables au générateur doivent être satisfaites, qu'un circuit d'alimentation soit connecté ou non, selon que l'essai doit être effectué sous tension ou hors tension.

Un léger dépassement ou des oscillations sont permis si l'amplitude de chaque oscillation ne dépasse pas la valeur de crête de plus de 5 %. Toute inversion de polarité après le passage par zéro du courant ne doit pas être supérieure à 30 % de la valeur de crête.

c) Montage d'essai:

La valeur nominale de l'impédance fictive Z_f du générateur doit être de $2\ \Omega$. Par définition, l'impédance fictive est le rapport de la valeur de crête de la tension en circuit ouvert U_{OC} sur la valeur de crête du courant de court-circuit I_{CW} .

Les exigences ci-dessus de forme d'onde et de tolérances s'appliquent uniquement à l'essai effectué à la valeur de U_{OC} déclarée par le fabricant qui, pour être obtenue, peut nécessiter un certain réglage du générateur. Pour les essais effectués à une valeur inférieure à U_{OC} en vertu du paragraphe 9.3.4.4, b), aucun réglage supplémentaire du générateur n'est exigé et la même configuration doit être utilisée.

L'élément de couplage du générateur doit de préférence être réalisé par une varistance de valeur assignée aussi proche que possible de la tension de régime permanent U_C du dispositif en essai, afin d'obtenir des résultats comparables entre les différents laboratoires d'essai.

NOTE Cela évite des efforts excessifs de réalisation des montages d'essai dus à la non-linéarité de l'élément de couplage du générateur qui affecte l'impédance totale du générateur à différents réglages de U_{OC} .

Les valeurs maximales de la tension de crête en circuit ouvert U_{OC} et du courant de crête de court-circuit I_{CW} sont respectivement de 20 kV et de 10 kA. Au-dessus de ces valeurs (20 kV/10 kA), des essais pour les parafoudres T2 doivent être effectués.

La possibilité d'utiliser des réseaux de découplage pour des essais sous tension dépend de la conception interne du parafoudre:

- lorsque le parafoudre ne comporte pas de composants réactifs, le réseau de découplage n'est pas exigé;
- lorsque le parafoudre contient des composants réactifs, mais ne comporte aucun composant à coupure de tension, de préférence aucun réseau de découplage ne doit être utilisé ou il est admis d'exécuter l'essai de tension de limitation mesurée décrit en 9.3.4 au moyen d'une procédure d'essai alternative, conformément à 9.1.5.2;
- lorsque le parafoudre comporte à la fois des composants réactifs et des composants à coupure de tension, aucun réseau de découplage ne doit être utilisé.

Les éléments de couplage et les réseaux de découplage sont uniquement nécessaires pour les essais sous tension.

La Figure 3 et la Figure 4 fournissent des exemples de réseaux de découplage.

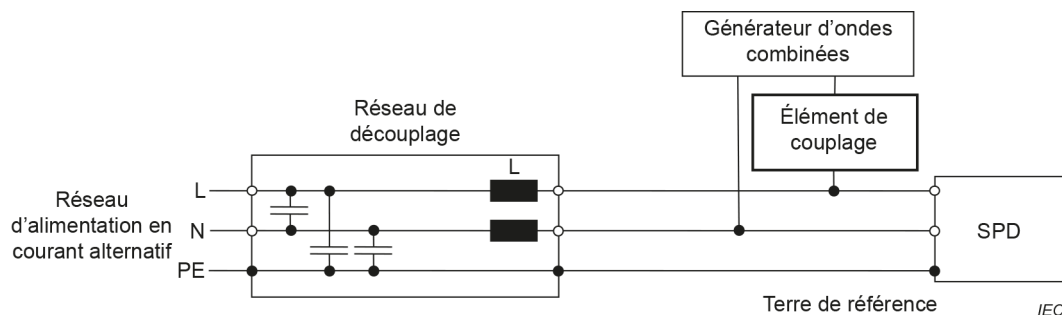


Figure 3 – Exemple de réseau de découplage pour une alimentation monophasée

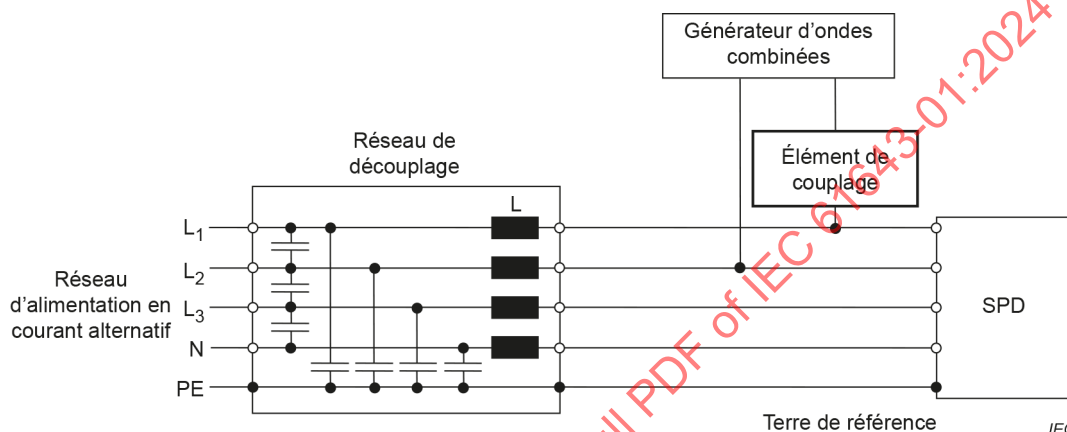


Figure 4 – Exemple de réseau de découplage pour une alimentation triphasée

9.1.5.2 Circuit d'essai alternatif pour la détermination de la tension de limitation mesurée (9.3.4) sans réseau de découplage

Les parafoudres à deux ports avec des éléments réactifs génèrent des interactions avec les éléments réactifs d'un filtre antiretour. Cela peut produire des valeurs artificiellement faibles de la tension de limitation mesurée. Dans ce cas, le circuit d'essai alternatif décrit à la Figure 5 doit être utilisé pour les essais.

- Pour les parafoudres à courant alternatif assigné, une tension continue de $U_C \times \sqrt{2}$ doit être appliquée par l'intermédiaire d'une diode. Le choc doit de préférence être appliqué par l'intermédiaire d'une varistance.
- Le choc doit être appliqué à $100 \text{ ms} \pm 10\%$ après fermeture de S1. La tension continue doit être coupée dans les 10 ms qui suivent l'application du choc.
- Les essais de polarité inverse peuvent être réalisés en inversant la connexion du parafoudre au circuit d'essai.

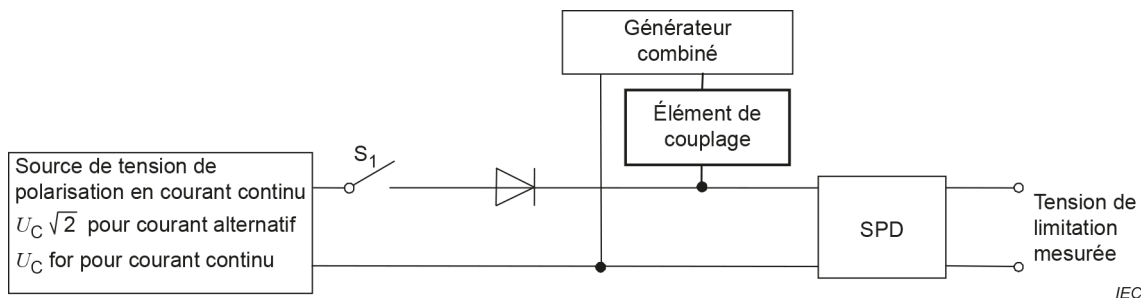


Figure 5 – Essai alternatif de la tension de limitation mesurée

9.2 Indélébilité des marquages

Cet essai doit être effectué pour tous types de marquages à l'exception de ceux qui sont réalisés par gaufrage, moulage ou gravure.

L'essai est réalisé en frottant légèrement 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, une température d'ébullition finale d'environ 69 °C et de masse spécifique d'environ 0,68 g/cm³.

NOTE Un exemple d'hexane de qualité réactive satisfaisant à l'exigence ci-dessus est disponible sur le marché sous le numéro CAS 110-54-3 de l'ACS (American Chemical Society).

Après cet essai, le marquage doit être facilement lisible.

9.3 Essais électriques

9.3.1 Protection contre les contacts directs

9.3.1.1 Parties isolantes

9.3.1.1.1 Procédure d'essai

L'échantillon est monté comme en usage normal; l'essai est réalisé au moyen de conducteurs de la plus petite section, puis au moyen de conducteurs de la plus grande section, comme spécifié en 9.4.3.

Le doigt d'épreuve normal (conformément à l'IEC 60529) est appliqué dans toutes les positions possibles sur les surfaces jaune et rouge comme prévu à l'Article 6 de l'IEC TR 61643-03:2024. En outre, le doigt d'épreuve normal est appliqué à toutes les ouvertures, à l'exception des ouvertures pour l'introduction des conducteurs de connexion.

Pour les parafoudres avec des modules enfichables qui peuvent être remplacés sans l'aide d'un outil, le doigt d'épreuve doit être appliqué dans toutes les positions possibles lorsque le module enfichable est partiellement inséré, et dans l'embase lorsque le module est complètement retiré.

Pour les parties et les surfaces qui peuvent être accessibles aux personnes ordinaires après installation conformément aux instructions du fabricant, la sonde d'accès de 2,5 mm (conformément à l'IEC 60529) est appliquée dans toutes les positions possibles.

Un indicateur de continuité électrique fonctionnant à une tension comprise entre 40 V et 50 V, dont une extrémité est connectée à toutes les connexions actives de l'échantillon reliées entre elles et l'autre extrémité au doigt d'épreuve ou à la sonde d'accès, est utilisé pour vérifier un éventuel contact avec une quelconque partie active de l'échantillon.

9.3.1.1.2 Critères d'acceptation

Le doigt d'épreuve ou la sonde d'accès ne doit entrer en contact avec aucune partie active de l'échantillon.

9.3.1.2 Parties métalliques

Les parties métalliques accessibles lorsque le parafoudre est câblé et monté comme en usage normal, doivent être reliées au PE par une liaison de faible résistance, à l'exception de petites vis ou de pièces analogues, isolées des parties actives et utilisées pour la fixation des supports, couvercles ou plaques de protection des embases.

Un courant (issu d'une source de courant alternatif dont la tension à vide ne dépasse pas 12 V) d'une valeur égale à 1,5 fois le courant de charge assigné ou 25 A, la valeur retenue étant la plus élevée des deux, est appliqué entre la connexion PE et chacune des parties métalliques accessibles, tour à tour.

La chute de tension entre la connexion PE et la partie métallique accessible est mesurée et la résistance est calculée à partir du courant et de cette chute de tension. La résistance ne doit pas dépasser 0,05 Ω .

Des précautions doivent être prises pour que la résistance de contact entre la pointe de la sonde de mesure et l'élément métallique soumis à essai n'influence pas les résultats des essais.

9.3.2 Courant permanent I_C

9.3.2.1 Procédure d'essai

U_{test} doit être appliquée au mode de protection soumis à essai.

Le courant traversant le mode de protection soumis à essai doit être enregistré.

9.3.2.2 Critères d'acceptation

Le courant traversant le mode de protection ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant conformément à 6.2 24).

9.3.3 Courant dans le conducteur de protection I_{PE}

9.3.3.1 Procédure d'essai

Le jeu de parafoudre, mais sans déconnecteur externe, doit être connecté à une source d'alimentation à U_{test} comme défini dans la ou les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643 et conformément aux instructions du fabricant.

Le courant traversant la connexion PE doit être mesuré.

NOTE Si le parafoudre comporte une connexion qui est destinée à être connectée à un conducteur PEN d'un réseau à courant alternatif uniquement ou à un conducteur PEM d'un réseau à courant continu uniquement, alors cette connexion n'est pas considérée comme une connexion PE.

9.3.3.2 Critères d'acceptation

Le courant ne doit pas dépasser la valeur déclarée par le fabricant conformément à 6.2, 25).

9.3.4 Tension de limitation mesurée

9.3.4.1 Généralités

Les essais des différents types de parafoudres destinés à déterminer leur tension de limitation mesurée doivent être effectués conformément au diagramme de la Figure 6 et au Tableau 5.

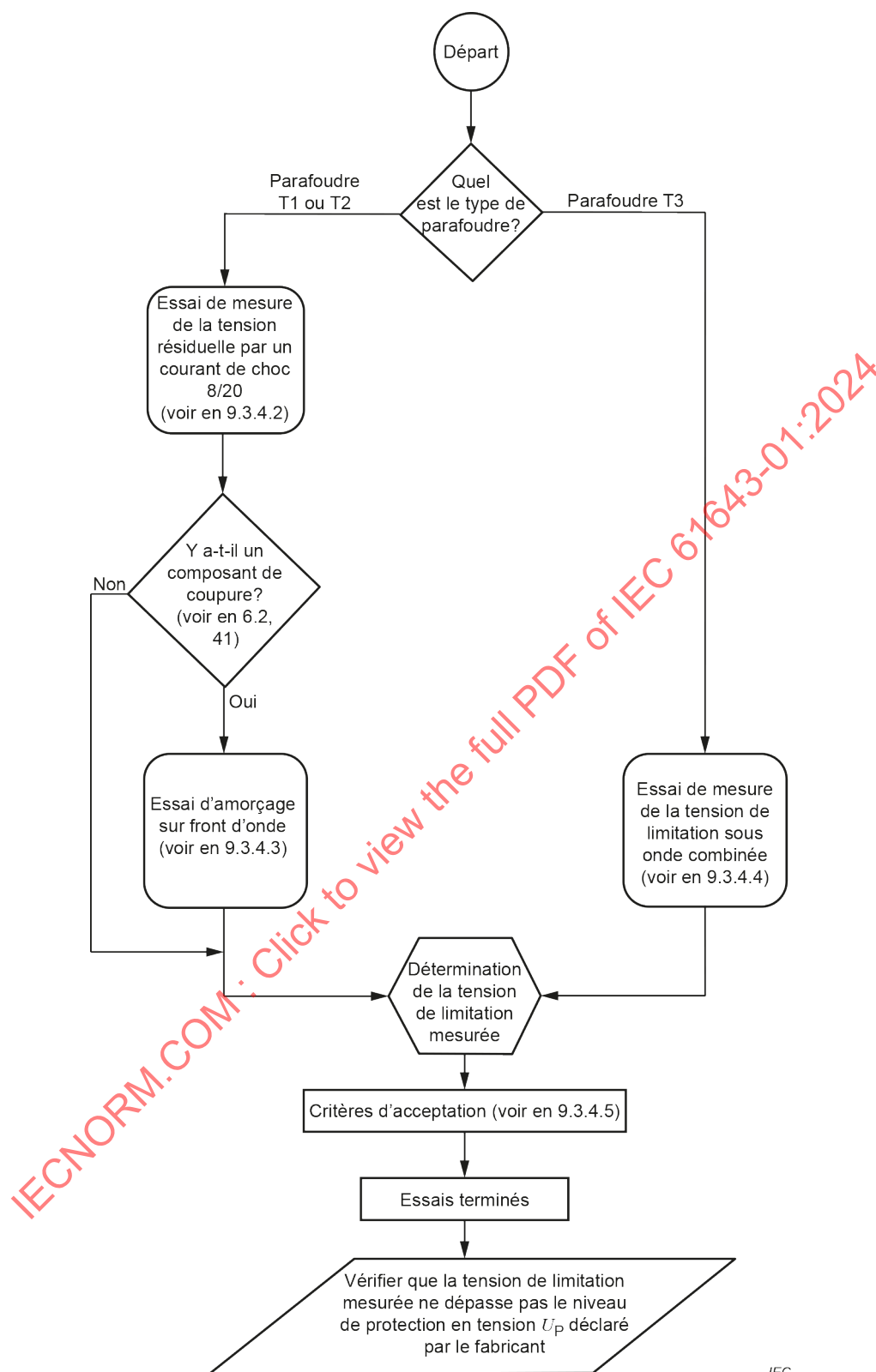


Figure 6 – Diagramme d'essai pour la vérification du niveau de protection en tension U_p

Tableau 5 – Essais pour la détermination de la tension de limitation mesurée

	Parafoudre T1	Parafoudre T2	Parafoudre T3
Essai 9.3.4.2	X	X	
Essai 9.3.4.3	X ^a	X ^a	
Essai 9.3.4.4			X
^a À effectuer seulement pour les parafoudres à coupure de tension et combinés.			

Les conditions spécifiques d'essai ci-dessous s'appliquent.

- Tous les parafoudres à un port doivent être soumis à essai hors tension.
- Tous les parafoudres à deux ports doivent être sous tension pour les essais réalisés conformément à 9.3.4.2 et à 9.3.4.4; la source de tension d'alimentation doit avoir un courant nominal d'au moins 5 A à U_C .

Si une source d'alimentation en courant alternatif est exigée, des chocs positifs sont appliqués au point $(90 \pm 5)^\circ$ et des chocs négatifs au point $(270 \pm 5)^\circ$ sur la forme d'onde de tension sinusoïdale.

- Pour les parafoudres à un port, la tension est mesurée aux bornes, sauf pour les parafoudres ayant des conducteurs volants, où la tension est mesurée avec une longueur de conducteur externe de 150 mm. Pour les parafoudres à deux ports et les parafoudres à un port ayant des connexions d'entrée/sortie séparées, la tension pour déterminer la tension de limitation mesurée est mesurée aux connexions de sortie du parafoudre et la tension pour déterminer $U_{\max}$ est mesurée aux connexions d'entrée du parafoudre.
- $U_{\max}$ est déterminé par la valeur la plus élevée mesurée tout au long des essais réalisés conformément à 9.3.4.2 (y compris $I_{\max}$, si déclaré) 9.3.4.3 et 9.3.4.4, suivant le cas, sur la base des informations du fabricant fournies conformément à 6.2.

9.3.4.2 Tension résiduelle avec des courants de choc 8/20

- Pour les essais de parafoudres T1, il doit être appliqué des courants de choc 8/20 avec une séquence de valeurs de crête d'environ 0,1; 0,2; 0,5; et 1,0 fois la valeur de crête de I_{imp} au mode de protection soumis à essai.

Pour les essais de parafoudres T2, il doit être appliqué des courants de choc 8/20 avec une séquence de valeurs de crête d'environ 0,1; 0,2; 0,5; et 1,0 fois I_n au mode de protection soumis à essai.

Comme chaque valeur de crête n'est appliquée qu'une seule fois dans chaque polarité, il convient d'utiliser un échantillon de réglage séparé pour éviter de faire subir une surcharge de courant à l'échantillon. Par conséquent, et comme les échantillons peuvent légèrement différer en impédance, la tolérance pour les valeurs de crête à obtenir pour les valeurs fractionnaires de I_n ou I_{imp} est étendue à $\pm 25\%$.

Si le parafoudre ne contient que des composants à limitation de tension, cet essai est effectué uniquement avec un courant de choc 8/20 ayant une valeur de crête de I_{imp} pour un parafoudre T1 ou à I_n pour un parafoudre T2.

Une séquence de polarité positive et une séquence de polarité négative sont appliquées au mode de protection soumis à essai.

- Lorsque $I_{\max}$ est déclaré par le fabricant, un courant de choc 8/20 supplémentaire d'une valeur de crête de $I_{\max}$ doit être appliqué à la polarité ayant montré des tensions résiduelles plus élevées lors de l'essai précédent a) et la tension résiduelle doit être mesurée et enregistrée.
- L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour permettre le refroidissement de l'échantillon à la température ambiante.

- d) Un oscillogramme du courant et de la tension doit être enregistré pour chaque choc. Le cas échéant, les valeurs de crête (absolues) doivent être tracées sur un schéma présentant la tension résiduelle par rapport au courant de décharge, en fonction de I_n ou I_{imp} . Une courbe passant par les points des données obtenues doit être tracée.
- e) La tension résiduelle utilisée pour déterminer la tension de limitation mesurée est la valeur de tension la plus élevée correspondant à la gamme de courants pour:
 - parafoudre T1: jusqu'à I_{imp} ,
 - parafoudre T2: jusqu'à I_n .

NOTE La valeur de la tension la plus élevée est la valeur de crête la plus élevée mesurée lorsque le courant de foudre est appliqué. Les éventuelles perturbations et les pics de haute fréquence générés avant et pendant la circulation du courant, dus à une conception de générateurs spécifique, comme les générateurs de type "crowbar", sont ignorés.

9.3.4.3 Tension d'amorçage sur le front d'onde

La tension de choc 1,2/50 est utilisée. Le générateur de tension est réglé pour une tension de sortie en circuit ouvert de 6 kV.

- a) Dix chocs sont appliqués au mode de protection soumis à essai, cinq de polarité positive et cinq de polarité négative.
- b) L'intervalle entre deux chocs consécutifs doit être d'au moins 1 s pour les chocs de même polarité et d'au moins 10 s pour les chocs de polarité opposée.
- c) Si l'amorçage n'est pas observé pendant chacun des 10 chocs sur le front d'onde, les étapes a) et b) ci-dessus sont répétées en augmentant la tension de sortie du générateur jusqu'à 10 kV au maximum. Ceci doit être indiqué dans le rapport d'essai.
- d) La tension observée avec le mode de protection soumis à essai doit être enregistrée avec un oscilloscope.
- e) La tension utilisée pour déterminer la tension de limitation mesurée et U_{max} est la tension d'amorçage maximale enregistrée pendant cet essai.

9.3.4.4 Tension de limitation sous onde combinée

Un générateur d'ondes combinées est utilisé pour réaliser cet essai.

- a) L'intervalle entre les chocs individuels doit être suffisamment long pour que l'échantillon refroidisse et revienne à la température ambiante.
- b) Le générateur d'ondes combinées est réglé de manière à fournir une tension en circuit ouvert de 0,1; 0,2; 0,5; et 1,0 fois la valeur de U_{OC} telle que déclarée par le fabricant du parafoudre. Si le parafoudre comporte uniquement des composants à limitation de tension, cet essai n'est effectué qu'à la tension U_{OC} .
- c) Le générateur étant ainsi réglé, quatre chocs doivent être appliqués au mode de protection soumis à essai à chaque amplitude: deux de polarité positive et deux de polarité négative.
- d) Un oscillogramme du courant et de la tension doit être enregistré pour chaque choc.
- e) La tension utilisée pour déterminer la tension de limitation mesurée et U_{max} est la tension maximale enregistrée pendant cet essai.

NOTE Selon la conception du parafoudre, il s'agit de la tension d'amorçage ou de la tension résiduelle.

9.3.4.5 Critères d'acceptation applicables à tous les essais de tension de limitation mesurée

Les critères d'acceptation **B**, **C**, **G**, **I** et **M** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer.

La tension de limitation mesurée ne doit pas dépasser le niveau de protection en tension U_P déclaré par le fabricant.

9.3.5 Essai de fonctionnement

9.3.5.1 Généralités

Une vue d'ensemble du diagramme d'essai de fonctionnement est représentée à la Figure 7.

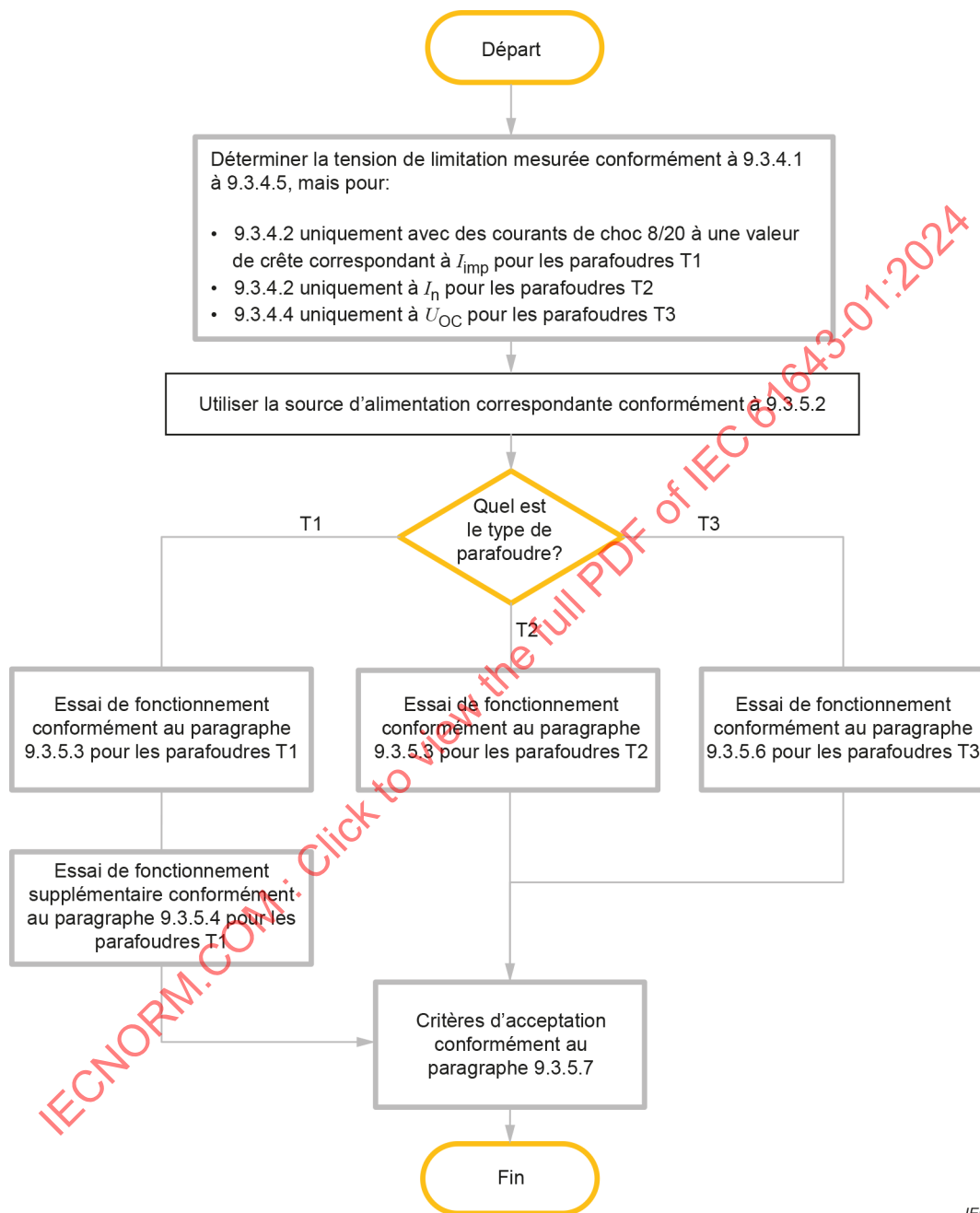


Figure 7 – Organigramme des essais de fonctionnement selon 9.3.5.3, 9.3.5.4 et 9.3.5.6

Cet essai est réalisé dans des conditions de service simulées en appliquant un nombre spécifique de chocs au mode de protection soumis à essai et alimenté à la tension maximale de régime permanent U_C par une source conformément à 9.3.5.2.

Le montage d'essai doit se conformer aux principes du schéma donné à la Figure 8.

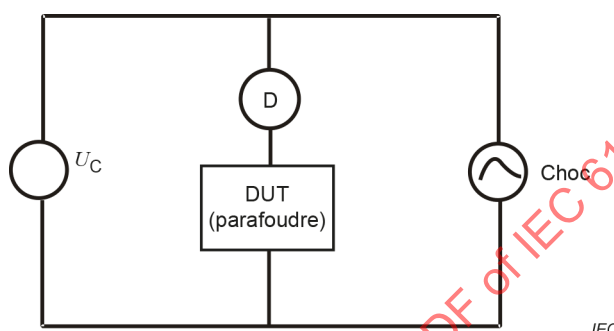
La tension de limitation mesurée doit être vérifiée et doit être inférieure ou égale à U_p .

La tension de limitation mesurée doit être déterminée selon les essais décrits au paragraphe 9.3.4.

Pour éviter de faire subir une surcharge de courant aux échantillons, l'essai de tension de limitation mesurée est effectué:

- conformément à 9.3.4.2, mais uniquement avec des courants de choc 8/20 à une valeur de crête correspondant à I_{imp} pour les parafoudres T1;
- conformément à 9.3.4.2, mais uniquement à I_n pour les parafoudres T2;
- conformément à 9.3.4.4, mais uniquement à U_{OC} pour les parafoudres T3;

en appliquant un choc positif et un choc négatif.



Légende

U_C	Source d'alimentation conformément à 9.3.5.2
D	Déconnecteurs de parafoudre, tels que spécifiés par le fabricant
DUT	Dispositif en essai (parafoudre)
Choc	Courant de choc 8/20 pour l'essai de fonctionnement conformément à 9.3.5.3, Courant de choc de décharge I_{imp} pour un essai de fonctionnement supplémentaire conformément à 9.3.5.4 ou Onde combinée pour l'essai de fonctionnement conformément à 9.3.5.6

Figure 8 – Exemple de montage pour l'essai de fonctionnement

9.3.5.2 Caractéristiques de la source d'alimentation pour l'essai de fonctionnement

9.3.5.2.1 Généralités

Le mode de protection soumis à essai doit être connecté à une source d'alimentation réglée à U_C comme décrit dans la ou les parties suivantes pertinentes de la présente série de normes d'essai.

9.3.5.2.2 Modes de protection du parafoudre sans courant de suite conformément à l'Annexe B

Le courant de court-circuit présumé de la source d'alimentation doit être de supérieur ou égal à 5 A.

9.3.5.2.3 Modes de protection du parafoudre avec courant de suite conformément à l'Annexe B

Le courant de court-circuit présumé de la source d'alimentation doit être égal à I_{SCCR} déclaré par le fabricant conformément à 6.2, 17), à l'exception des modes de protection qui sont uniquement attribués pour la connexion entre le neutre ou le point milieu et le PE dans des schémas TT et/ou TN, pour lesquels le courant de court-circuit présumé doit être d'au moins 100 A.

9.3.5.3 Essais de fonctionnement pour les parafoudres T1 et T2

Trois groupes de cinq courants de choc 8/20 de polarité positive doivent être appliqués. L'intervalle entre chocs est de 50 s à 60 s; l'intervalle entre chaque groupe est de 30 min à 35 min.

Le mode de protection soumis à essai est connecté à une source d'alimentation conformément à 9.3.5.2.

Si une source d'alimentation en courant alternatif est exigée, chaque choc doit être synchronisé sur la fréquence industrielle. En partant de 0°, l'angle de synchronisation doit être augmenté par incréments de 30° avec une tolérance de ±5° pour chaque angle de synchronisation.

Si une source d'alimentation en courant continu est exigée, la polarité des chocs doit être la même que celle de la source d'alimentation.

Après application de chaque groupe de chocs et après interruption du dernier courant de suite (éventuellement), le mode de protection soumis à essai doit demeurer sous tension sans interruption pendant au moins 1 min afin de surveiller les éventuels réamorçages.

Après application du dernier groupe de chocs et la période de 1 min, le mode de protection soumis à essai demeure sous tension ou est remis sous tension dans un délai de 1 min, à la valeur U_C , pendant une période supplémentaire de 15 min afin de vérifier sa stabilité thermique (critère d'acceptation A). Pour cette dernière opération, la tenue aux courts-circuits de la source d'alimentation peut être réduite à 5 A.

Le chronogramme correspondant est décrit à la Figure 9.

Pour les essais de parafoudres T1, des courants de choc 8/20 avec une valeur de crête correspondant à I_{imp} doivent être appliqués.

Pour les essais de parafoudres T2, des courants de choc 8/20 avec I_n doivent être appliqués.

Si un parafoudre est de type T1 et T2, cet essai peut être réalisé seulement une fois, mais avec les paramètres d'essais les plus sévères des deux classifications, représentant les conditions d'essai les plus strictes. Si le résultat d'essai est négatif, les essais de fonctionnement doivent être réalisés sur des lots séparés d'échantillons conformément aux procédures d'essai pour le parafoudre T1 et le parafoudre T2.

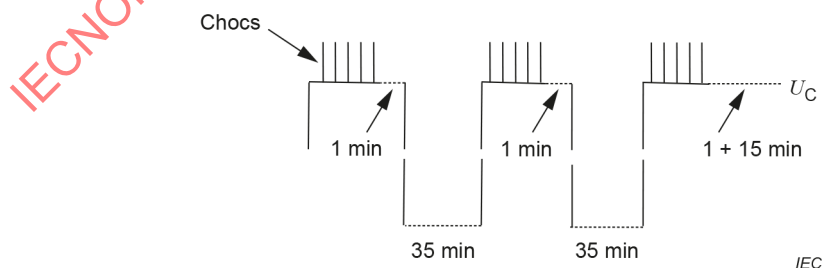


Figure 9 – Chronogramme d'essai de fonctionnement pour les parafoudres T1 et T2

Il n'est pas exigé de mettre l'échantillon d'essai sous tension entre les groupes.

Tous les courants de choc doivent être enregistrés; les enregistrements ne doivent pas révéler de signes de perforation ou de contournement des échantillons.

9.3.5.4 Essai de fonctionnement supplémentaire pour les parafoudres T1

Cet essai est effectué en appliquant 5 courants de choc d'amplitude croissante jusqu'à I_{imp} au mode de protection soumis à essai.

Le mode de protection soumis à essai doit être connecté à une source d'alimentation avec U_C . Le courant de court-circuit présumé de la source d'alimentation doit être de 5 A.

Si une source d'alimentation en courant alternatif est exigée, chaque choc doit être déclenché à (90 ± 5) degrés électriques de la fréquence industrielle.

Après application de chaque choc et après interruption de chaque courant de suite (éventuellement), le mode de protection soumis à essai doit demeurer sous tension sans interruption pendant au moins 1 min afin de vérifier le réamorçage. Après cette période, le mode de protection soumis à essai demeure sous tension ou est remis sous tension dans un délai de 1 min, à la valeur U_C , pendant une période supplémentaire de 15 min afin de vérifier sa stabilité thermique (critère d'acceptation A).

À cet effet, la tenue aux courts-circuits de la source d'alimentation doit également être de 5 A.

Des courants de choc de polarité positive doivent être appliqués au mode de protection soumis à essai sous tension comme suit:

- un courant de choc à $0,1 I_{imp}$; vérifier la stabilité thermique (critère d'acceptation A); laisser refroidir jusqu'à la température ambiante;
- un courant de choc à $0,25 I_{imp}$; vérifier la stabilité thermique (critère d'acceptation A); laisser refroidir jusqu'à la température ambiante;
- un courant de choc à $0,5 I_{imp}$; vérifier la stabilité thermique (critère d'acceptation A); laisser refroidir jusqu'à la température ambiante;
- un courant de choc à $0,75 I_{imp}$; vérifier la stabilité thermique (critère d'acceptation A); laisser refroidir jusqu'à la température ambiante;
- un courant de choc à $1,0 I_{imp}$; vérifier la stabilité thermique (critère d'acceptation A); laisser refroidir jusqu'à la température ambiante.

Le chronogramme correspondant est décrit à la Figure 10.

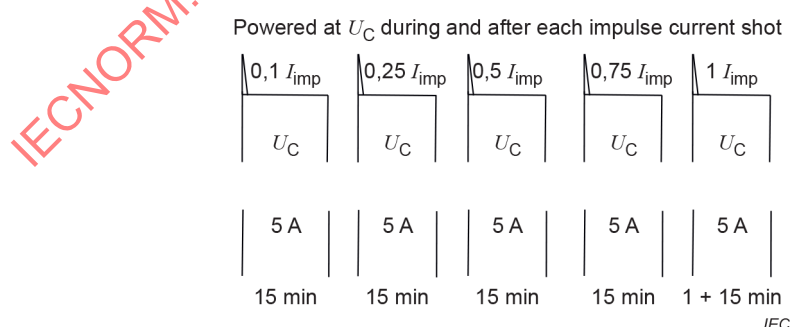


Figure 10 – Chronogramme d'essai de fonctionnement supplémentaire pour les parafoudres T1

Tous les courants de choc doivent être enregistrés; les enregistrements ne doivent pas révéler de signes de perforation ou de contournement des échantillons.

9.3.5.5 Essai supplémentaire pour les modes de protection des parafoudres T1 et T2 avec courant de suite conformément à l'Annexe B

Cet essai s'applique uniquement aux modes de protection des parafoudres avec courant de suite conformément à l'Annexe B, mais ne s'applique pas aux modes de protection qui sont uniquement attribués pour la connexion entre le neutre ou le point milieu et le PE dans des schémas TT et/ou TN.

Cet essai s'applique uniquement aux parafoudres T1 dont I_{imp} est supérieur à 5 kA et aux parafoudres T2 dont I_n est supérieur à 5 kA.

Un diagramme de cet essai supplémentaire pour les parafoudres avec courant de suite est fourni à la Figure 11.

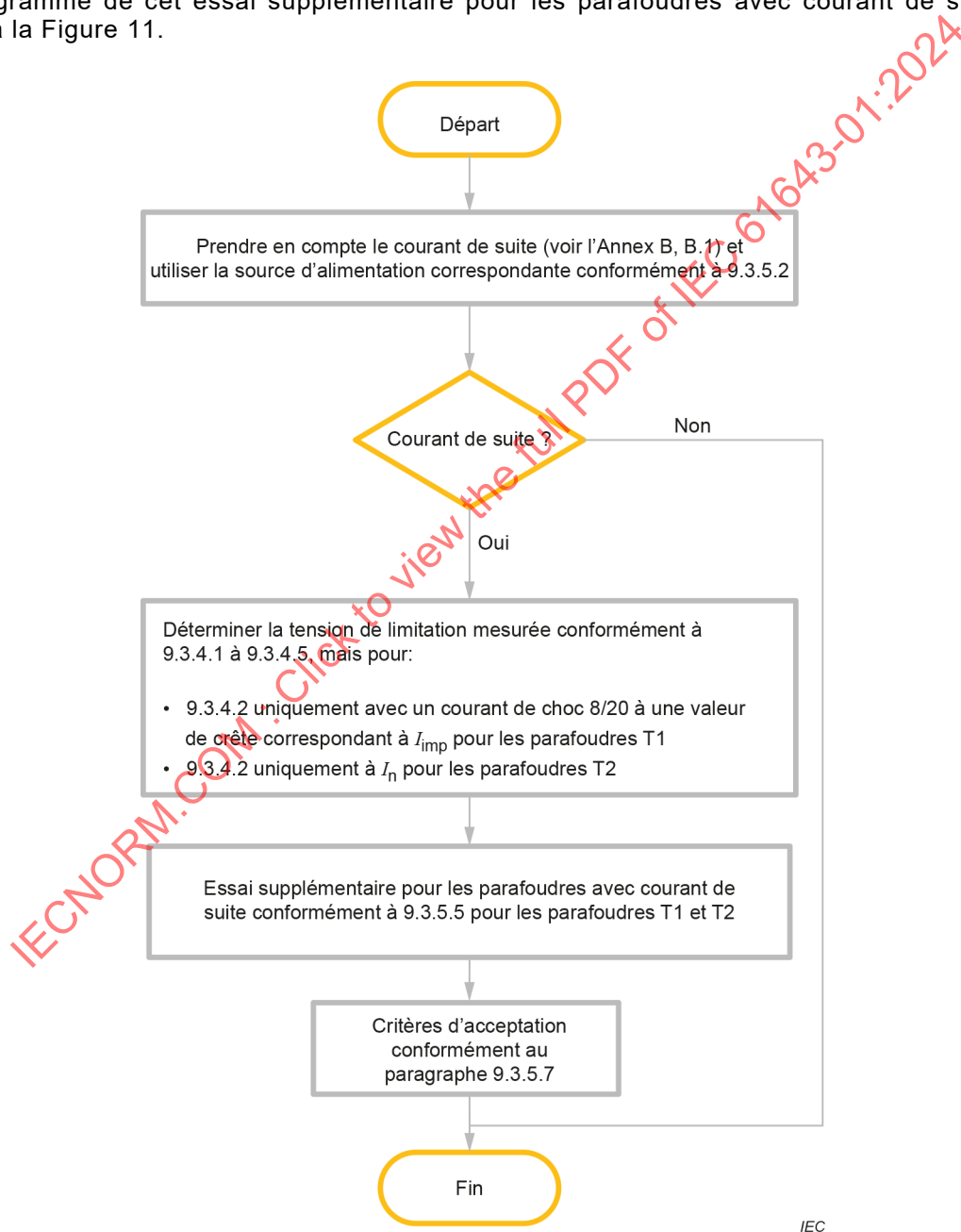


Figure 11 – Diagramme de l'essai supplémentaire pour les parafoudres avec courant de suite

Cet essai doit être réalisé sur un jeu séparé d'échantillons.

Avant l'essai, la tension de limitation mesurée doit être vérifiée et doit être inférieure ou égale à U_P .

La tension de limitation mesurée doit être déterminée selon les essais décrits en 9.3.4.

Pour éviter de faire subir une surcharge de courant aux échantillons, l'essai de tension de limitation mesurée est effectué:

- conformément à 9.3.4.2, mais uniquement avec des courants de choc 8/20 à une valeur de crête correspondant à I_{imp} pour les parafoudres T1;
- conformément à 9.3.4.2, mais uniquement à I_n pour les parafoudres T2;

en appliquant un choc positif et un choc négatif.

Le montage d'essai doit se conformer aux principes du schéma donné à la Figure 8.

Six courants de choc 8/20 de 3 kA de polarité positive doivent être appliqués. L'intervalle entre les chocs doit être de 60 s à 120 s.

Le mode de protection soumis à essai est connecté à une source d'alimentation conformément à 9.3.5.2.3.

Si une source d'alimentation en courant alternatif est exigée, chaque choc doit être synchronisé sur la fréquence industrielle et les déphasages suivants doivent être soumis à essai: 60°, 90°, 120°, 240°, 270° et 300° avec une tolérance de ± 5 degrés électriques.

Si une source d'alimentation en courant continu est exigée, la polarité des chocs doit être la même que celle de la source d'alimentation.

Après le dernier choc et après interruption du dernier courant de suite (éventuellement), le mode de protection soumis à essai doit demeurer sous tension sans interruption pendant au moins 1 min afin de surveiller les éventuels réamorçages.

De plus, le mode de protection soumis à essai demeure sous tension ou est remis sous tension dans un délai de 1 min, à la valeur U_C , pendant une période supplémentaire de 15 min afin de vérifier sa stabilité thermique (critère d'acceptation A). Pour cette dernière opération, la tenue aux courts-circuits de la source d'alimentation peut être réduite à 5 A.

Tous les courants de choc doivent être enregistrés; les enregistrements ne doivent pas révéler de signes de perforation ou de contournement des échantillons.

9.3.5.6 Essais de fonctionnement pour les parafoudres T3

La procédure selon 9.3.5.3 doit être appliquée, mais avec des chocs à U_{OC} appliqués avec le générateur d'ondes combinées.

9.3.5.7 Critères d'acceptation pour tous les essais de fonctionnement, l'essai de fonctionnement supplémentaire pour les parafoudres T1 et l'essai supplémentaire pour les parafoudres T1 et T2 avec courant de suite

Les critères d'acceptation **A**, **B**, **C**, **D**, **E**, **F**, **G** et **M** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer.

9.3.6 Performances de sécurité des parafoudres soumis à des surcharges

9.3.6.1 Essai de tenue en température

Le parafoudre est maintenu pendant 24 h dans une armoire chauffée à une température ambiante de 80 °C ou à 10 K au-dessus de la température ambiante maximale spécifiée en 6.2, 23) ± 5 K, la valeur retenue étant la plus élevée des deux.

Les critères d'acceptation **C**, **G** et **I** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer et il ne doit pas y avoir de coulure du produit d'étanchéité (y compris le produit d'enrobage) utilisé pour l'assemblage interne qui puisse créer un dysfonctionnement du parafoudre.

9.3.6.2 Essai de protection thermique

9.3.6.2.1 Généralités

Cet essai doit être réalisé à l'air libre et la température ambiante doit être comprise entre 20 °C et 30 °C.

Pour les modes de protection soumis à essai avec des composants de protection non linéaires connectés en parallèle, cet essai doit être réalisé pour chaque chemin de courant des modes de protection soumis à essai qui ont un déconnecteur indépendant séparé, en déconnectant/interrompant tous les chemins de courant restants. Si des composants du même type et de mêmes paramètres sont connectés en parallèle et si des pièces et une construction identiques sont utilisées pour chaque section de déconnecteur appartenant à chacun de ces composants, les essais sur trois de ces chemins de courant identiques peuvent satisfaire à l'exigence de trois échantillons.

Les circuits électroniques connectés en parallèle au circuit principal du parafoudre peuvent être déconnectés pour l'essai, mais s'ils sont prévus pour indiquer l'état, ils doivent être reconnectés juste après l'essai, uniquement pour vérifier que l'indication est correcte conformément aux critères d'acceptation **H**.

Le fabricant doit fournir les échantillons préparés selon les exigences ci-dessus.

9.3.6.2.2 Réglages d'essai

La présente procédure d'essai s'applique de deux manières différentes en fonction de la conception du parafoudre:

- pour les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai contenant uniquement des composants à limitation de tension, la procédure suivante a) s'applique;
- pour les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai contenant aussi bien des composants à limitation de tension que des composants à coupure de tension en série, les procédures suivantes b) s'appliquent.

Les échantillons d'essai doivent être connectés à une source d'alimentation comme décrit dans la ou les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643.

a) Procédure d'essai pour les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai ayant uniquement des composants à limitation de tension

La tension doit être suffisamment élevée pour permettre à un courant de circuler à travers les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai. Pour cet essai, le courant est réglé à une valeur constante. La tolérance pour le courant d'essai est de ± 10 %. L'essai démarre à une valeur de 2 mA pour le premier échantillon, ou à U_C , si le courant de fuite à U_C dépasse déjà 2 mA.

Cette valeur de courant est ensuite augmentée par incréments de 2 mA ou 5 % du courant d'essai précédemment réglé, la valeur retenue étant la plus élevée des deux.

Pour les deux autres échantillons, le point de départ doit être modifié de 2 mA à un courant correspondant à 5 incréments sous la valeur du courant à laquelle la déconnexion du premier échantillon a eu lieu.

La température de la surface extérieure au point le plus chaud du boîtier du parafoudre (pour les parafoudres accessibles uniquement) et le courant circulant dans les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai et la tension dans les modes de protection sont contrôlés de façon continue.

Le point le plus chaud du parafoudre peut être déterminé par un essai préliminaire ou bien une variante peut consister à mesurer la température de nombreux points pour déterminer le plus chaud.

Chaque incrément de courant est maintenu jusqu'à ce que la variation de température soit inférieure à 2 K en moins de 10 min.

Cet essai est arrêté si tous les composants non linéaires en essai sont électriquement déconnectés. Toute nouvelle augmentation de tension doit être maintenue au minimum afin d'éviter tout dysfonctionnement des déconnecteurs.

En cas de doute de déconnexion de tous les composants non linéaires, un examen visuel doit avoir lieu.

NOTE 1 Une simple fissuration non contrôlée des composants n'est pas considérée comme une déconnexion.

Si la tension dans les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai chute en dessous de 0,9 fois U_{test} pendant l'essai, alors:

- la régulation de courant est interrompue et la tension est ramenée à U_{test} , ou
- l'échantillon d'essai est déconnecté de l'alimentation et connecté à une source d'alimentation avec une capacité de courant plus élevée à U_{test} . La transition entre la détection de la diminution de tension et la connexion de l'échantillon d'essai à la source d'alimentation présentant une capacité de courant supérieure doit être aussi courte que possible et ne doit pas dépasser 100 ms.

U_{test} est maintenue pendant une durée de 15 min. La surveillance continue du courant n'est plus exigée. La source d'alimentation doit avoir une capacité de courant de court-circuit suffisante pour ne pas limiter le courant avant qu'un quelconque déconnecteur ou moyen de court-circuitage ne fonctionne. Le courant maximal ne doit pas excéder la valeur du courant de court-circuit assigné déclarée par le fabricant.

b) Procédures d'essai pour les modes de protection ou les chemins de courant soumis à essai comportant un composant à coupure de tension en série avec d'autres composants

b1) Procédure générale d'essai

Tout composant à coupure de tension, dans les modes de protection ou le chemin de courant soumis à essai, connecté en série avec un composant à limitation de tension doit être court-circuité au moyen d'un fil de cuivre ou d'un élément factice d'un diamètre tel que celui-ci ne fonde pas pendant l'essai.

Le fabricant doit fournir les échantillons préparés conformément à l'exigence ci-dessus.

Le mode de protection ou le chemin de courant soumis à essai est alimenté par une source d'alimentation à U_{test} présentant une capacité de courant de court-circuit suffisante pour ne pas limiter le courant avant qu'un quelconque déconnecteur ou moyen de court-circuitage ne fonctionne. Le courant maximal ne doit pas excéder la valeur du courant de court-circuit assigné déclarée par le fabricant.

Si aucun courant significatif ne circule, la procédure a) doit être appliquée avec les échantillons dont les composants à coupure de tension sont en court-circuit.

NOTE 2 L'expression "aucun courant significatif" signifie que le mode de protection ou le chemin de courant soumis à essai n'a pas atteint son seuil de conduction (c'est-à-dire qu'il reste stable d'un point de vue thermique).

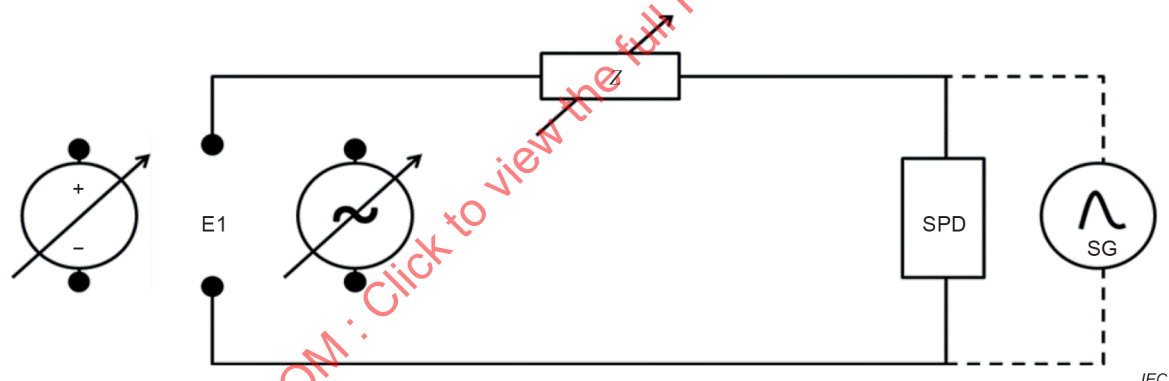
b2) Procédure d'essai dans le cas où le composant à coupure de tension a une influence significative sur le résultat d'essai

NOTE 3 Une influence significative est attendue lorsque le déconnecteur thermique est directement lié au composant à coupure.

Cet essai est réalisé sur des échantillons non modifiés. La procédure d'essai a) doit être suivie avec les modifications suivantes:

- la tension et le courant peuvent varier par rapport aux conditions normales de démarrage de la procédure a);
- la tension doit être suffisamment élevée pour que le composant à coupure de tension fonctionne de manière quasi continue. Pour une source d'alimentation en courant alternatif, "de manière quasi continue" signifie que le composant à coupure de tension fonctionne dans chaque demi-onde avant que la crête de tension ne soit atteinte. Pour une source d'alimentation en courant continu, "de manière quasi continue" signifie que le composant à coupure de tension fonctionne globalement à plus de 75 % et qu'aucune interruption ne dépasse 5 ms.

Un exemple de circuit d'essai est donné à la Figure 12.



Légende

- Z Impédance fixe ou variable pour limiter le courant à sa valeur de départ en condition de court-circuit
- E1 Source d'alimentation fixe ou variable
- SG Générateur de chocs destiné à déclencher la conduction, si nécessaire pour maintenir la source de tension E1 à un niveau bas (facultatif pour l'utilisation d'une source en courant continu)

Figure 12 – Exemple de circuit d'essai pour l'essai de protection thermique

Le courant doit être limité par une impédance Z fixe ou variable, afin d'ajuster le courant dans les conditions d'essai.

NOTE 4 Par exemple, avec une tension fixe et une impédance variable, un courant de 2 mA circule dans un circuit comprenant un composant limiteur, qui limite la tension à 800 V, en série avec une impédance Z de 400 k Ω et une source d'alimentation E1 ayant une tension en circuit ouvert de 1 600 V, en considérant que l'impédance interne de la source d'alimentation est négligeable par rapport à l'impédance Z .

La source d'alimentation doit être en mesure de fournir le courant sans abaisser sa tension de sortie de plus de 10 % de sa tension en circuit ouvert.

Une source d'alimentation linéaire doit de préférence être utilisée pour E1, car une source d'alimentation électronique régulée avec un temps de réponse lent peut provoquer des conditions qui ne peuvent être soumises à essai.

La tension maximale en circuit ouvert de la source d'alimentation E1 doit être limitée pour éviter tout dysfonctionnement du déconnecteur.

Si une source en courant continu est utilisée et si la tension d'essai n'est pas assez élevée pour provoquer la conduction dans le composant à coupure de tension, un générateur de choc peut être utilisé en parallèle avec l'échantillon d'essai pour déclencher le composant de coupure afin de maintenir la tension en circuit ouvert aussi basse que possible.

Si la tension dans le mode de protection ou le chemin de courant soumis à essai chute en dessous de 0,9 fois U_{test} pendant l'essai, alors:

- la régulation en courant est interrompue; ou
- l'échantillon d'essai est déconnecté de l'alimentation et connecté à une source d'alimentation avec une capacité de courant plus élevée. La transition entre la détection de la diminution de tension et la connexion de l'échantillon d'essai à la source d'alimentation présentant une capacité de courant supérieure doit être aussi courte que possible et ne doit pas dépasser 100 ms.

Dans les deux cas, la tension peut être réglée à une valeur inférieure, mais au moins à U_{test} , pour s'assurer que le composant à coupure de tension fonctionne de manière continue.

Cette tension est maintenue pendant une durée de 15 min. La surveillance continue du courant n'est plus exigée.

Dans les deux cas, la source doit avoir une capacité de courant de court-circuit suffisante pour ne pas limiter le courant avant qu'un quelconque déconnecteur ou moyen de court-circuitage ne fonctionne. Le courant de court-circuit maximal ne doit pas excéder la valeur du courant de court-circuit assigné déclarée par le fabricant.

9.3.6.2.3 Critères d'acceptation

En mode MCO, les critères d'acceptation **C**, **H**, **I**, **J**, **M** et **O** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer.

En mode MCC, les critères d'acceptation **C**, **I**, **M**, **P** et **Q** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer.

Pour les parafoudres utilisés en intérieur, l'échauffement de la surface ne doit pas dépasser 120 K pendant et après l'essai.

En outre, pour les parafoudres accessibles, cinq minutes après déconnexion de tous les composants non linéaires soumis à l'essai, l'échauffement de la surface ne doit pas dépasser 80 K.

9.3.6.3 Essai de comportement vis-à-vis des courants de court-circuit

9.3.6.3.1 Généralités

Cet essai est uniquement réalisé sur des échantillons modifiés de parafoudre, pour lesquels la SPDA est classée MCO.

L'échantillon d'essai doit être monté conformément aux instructions du fabricant et raccordé avec des conducteurs de la section la plus élevée conformément à 9.4.3, ayant une longueur maximale de 0,5 m.

Sauf pour les parafoudres conformément à 4.14.1.4, la préparation et les essais des échantillons doivent être réalisés conformément à 9.3.6.3.2 à 9.3.6.3.5.

Cet essai est réalisé avec les réglages de courant conformément à 9.3.6.3.3 et 9.3.6.3.4. Chaque réglage de courant est soumis à essai avec un jeu séparé d'échantillons d'essai préparés conformément à 9.3.6.3.2.

Pour les parafoudres conformément à 4.14.1.4, les échantillons doivent être préparés et soumis à essai conformément à Annexe G.

9.3.6.3.2 Préparation des échantillons

Pour les modes de protection soumis à essai avec des composants de protection contre les surtensions non linéaires décrits en 3.1.74 ou en 3.1.78 connectés en parallèle, des jeux séparés de trois échantillons doivent être préparés de la manière décrite ci-dessous pour chaque chemin de courant du mode de protection soumis à essai qui contient un composant non linéaire, ou plusieurs composants non linéaires connectés en série.

Si des composants du même type et de mêmes paramètres sont connectés en parallèle et si des pièces et une construction identiques sont utilisées pour chaque section de déconnecteur appartenant à chacun de ces composants, les essais sur trois de ces chemins de courant identiques satisfont à l'exigence de trois échantillons.

Excepté pour les parafoudres conformément à 4.14.1.4, tous les composants à limitation de tension et tous les composants à coupure de tension du mode de protection soumis à essai doivent être remplacés par des blocs de cuivre appropriés (pièces factices), en s'assurant que les connexions internes, leurs sections ainsi que le matériau environnant (par exemple les résines) et l'emballage ne sont pas modifiés. Si le mode de protection soumis à essai contient différents chemins de courant, cela s'applique à chaque chemin de courant.

Des échantillons préparés conformément aux exigences ci-dessus doivent être fournis par le fabricant.

9.3.6.3.3 Essai à la valeur déclarée de courant de court-circuit assigné

Le mode de protection soumis à essai doit être connecté à une source d'alimentation comme décrit dans la partie pertinente de la présente série de normes d'essai à U_{test} . Le courant de court-circuit présumé déclaré par le fabricant conformément à 6.2, 17) est appliqué aux connexions du jeu de parafoudre (pour les parafoudres déclarés avec un déconnecteur externe) ou aux connexions du parafoudre (si aucun déconnecteur externe n'est déclaré).

9.3.6.3.4 Essai à faible courant de court-circuit

Le mode de protection soumis à essai doit être connecté à une source d'alimentation comme décrit dans la partie pertinente de la présente série de normes d'essai à U_{test} .

Le courant de court-circuit présumé est appliqué aux connexions du jeu de parafoudre (pour les parafoudres déclarés avec un déconnecteur externe) ou aux connexions du parafoudre (si aucun déconnecteur externe n'est déclaré).

La valeur d'essai du courant de court-circuit présumé doit être spécifiée conformément à:

- 9.3.6.3.4 a) pour les déconnecteurs à fusible, ou
- 9.3.6.3.4 b) pour les déconnecteurs à disjoncteurs, ou
- 9.3.6.3.4.c) pour les parafoudres conformément à 4.14.1.3, 4.14.1.4 ou 4.14.2.3

a) Parafoudres classés conformément à 4.14.1.1 ou 4.14.2.1

Si des fusibles de type gG sont spécifiés par le fabricant de parafoudre pour les déconnecteurs, le courant de court-circuit présumé doit être choisi en fonction du courant assigné du fusible déclaré et conformément au Tableau 6 et à 6.2, 18).

NOTE 1 Le Tableau 6 s'appuie sur le Tableau 3 de l'IEC 60269-1:2014 et le Tableau 102 de l'IEC 60269-2:2016, qui indiquent le courant conduisant à une durée de préarc maximale autorisée de 5 s.

Si d'autres types de fusibles conformes à la série IEC 60269 sont spécifiés (des fusibles de type aM, par exemple), le courant de court-circuit présumé doit être réglé au courant auquel la durée de préarc maximale autorisée pour ce fusible est de 5 s, en suivant le même principe que celui indiqué dans la note précédente pour les fusibles de type gG.

Tableau 6 – Courant de court-circuit présumé à appliquer en fonction de la protection maximale contre les surintensités spécifiée, pour les fusibles de type gG

Courant de fusible assigné [A]	Courant de court-circuit présumé [A]
2	9,2
4	18,5
6	28
8	35,2
10	46,5
12	55,2
16	65
20	85
25	100
32	150
40	190
50	250
63	320
80	425
100	580
125	715
160	950
200	1 250
224	1 450
250	1 650
315	2 200
400	2 840
500	3 800
630	5 100
800	7 000
1 000	9 500
1 250	13 000

L'essai est réalisé une fois.

b) Parafoudres classés conformément à 4.14.1.2 ou 4.14.2.2

Si des disjoncteurs conformes aux normes IEC sont spécifiés, le courant de court-circuit présumé doit être réglé, conformément à 6.2, 18), à:

- une valeur égale à la limite supérieure du courant de déclenchement instantané du disjoncteur soumis à essai pour les disjoncteurs conformes à l'IEC 60898-1, à l'IEC 60898-3 ou la série IEC 61009, par exemple à 10 fois la valeur du courant assigné d'un disjoncteur de type C conforme à l'IEC 60898-1, à 15 fois la valeur du courant assigné d'un disjoncteur de type C conforme à l'IEC 60898-3;
- une valeur égale à 120 % du réglage donné ou exigé (par le fabricant de parafoudre) pour le courant de déclenchement instantané pour les disjoncteurs conformes à l'IEC 60947-2. Lorsque des disjoncteurs à points de consigne réglables ou des disjoncteurs électroniques sont utilisés conjointement avec le parafoudre, les réglages qui ont été utilisés pour les essais doivent être inclus dans le rapport d'essai.

NOTE 2 Pour les disjoncteurs conformes à l'IEC 60947-2, le courant de déclenchement instantané est défini comme le réglage de courant de court-circuit instantané assigné (I_i). Voir 2.20 de l'IEC 60947-2:2019.

L'essai est réalisé une fois.

c) Parafoudres classés conformément à 4.14.1.3, 4.14.1.4 ou 4.14.2.3

Le courant de court-circuit présumé doit être réglé à chacune des valeurs de courant suivantes et doit être interrompu dans les 5 s $+0,5/-0$ s.

Pour chacun des réglages de courant exigés, un jeu séparé d'échantillons neufs, préparé comme exigé en 9.3.6.3.1, est utilisé.

- $I_{\min}$;
- $I_{\min} + 0,05 \times (I_{\text{SCCR}} - I_{\min})$;
- $I_{\min} + 0,1 \times (I_{\text{SCCR}} - I_{\min})$.

où

$I_{\min} = I_{\text{SCCRMIN}}$ (si déclaré selon 6.2, 40)) ou $I_{\min} = 300$ A (si non déclaré), sauf pour les parafoudres pour circuits de caractéristiques assignées inférieures ou égales à 20 A où $I_{\min} = 100$ A.

L'essai est réalisé une fois pour chaque valeur.

9.3.6.3.5 Critères d'acceptation

Pendant les essais de court-circuit, un courant doit circuler dans le chemin de courant correspondant soumis à essai dans le mode de protection soumis à essai et il doit être interrompu par le déconnecteur spécifié. Si aucun courant ne circule pendant l'essai, le dispositif en essai n'est pas considéré comme conforme au présent document.

Les critères d'acceptation **C**, **H**, **I**, **J**, **K**, **M** et **N** conformément au Tableau 3 doivent s'appliquer.

9.3.6.4 Essai de surcharge spécifique

Les détails d'essai sont donnés dans la ou les parties suivantes pertinentes de l'IEC 61643.

9.3.6.5 Indicateurs d'état

L'action du mécanisme de couplage agissant sur une quelconque 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 électroaimant 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 n'a besoin d'être soumis à essai que 50 fois.

9.3.7 Résistance d'isolement

9.3.7.1 Préparation des échantillons

Les éventuels orifices d'entrée supplémentaires des câbles restent ouverts. S'il y a des parties défonçables, l'une d'entre elles est laissée ouverte. Les couvercles et autres parties amovibles sans l'aide d'outils sont retirés et soumis au même traitement à l'humidité.

Si le parafoudre contient des modes de protection spécifiques au PE, au PEN ou au PEM, les bornes/connexions correspondantes doivent être déconnectées du premier composant de protection le plus près possible de ce composant. Le point de déconnexion doit posséder une tenue diélectrique suffisante pour supporter les tensions d'essai décrites en 9.3.8 sans influencer négativement les résultats d'essai. Le premier composant de protection peut être remplacé par un composant isolant ayant les mêmes dimensions que le composant de protection d'origine, afin d'obtenir la tenue diélectrique exigée pour les essais.

9.3.7.2 Procédure d'essai

Le traitement à l'humidité est effectué dans une enceinte humide contenant à une humidité relative de $(93 \pm 3) \%$. En tous points où l'échantillon d'essai peut être positionné, la température de l'air ambiant est maintenue à 2 K à une valeur appropriée T comprise entre 20 °C et 30 °C. Avant d'être placés dans l'enceinte humide, les échantillons d'essai doivent avoir une température comprise entre T et $(T+4)$ en °C.

NOTE 1 Dans la plupart des cas, les échantillons d'essai peuvent être portés à la température exigée en les maintenant à cette température pendant au moins 4 h avant le traitement à l'humidité.

Les échantillons d'essai doivent être maintenus dans l'enceinte humide pendant 2 jours (48 h).

NOTE 2 L'humidité relative exigée peut être obtenue en plaçant dans l'enceinte humide une solution saturée de sulfate de sodium (Na_2SO_4) ou de nitrate de potassium (KNO_3) ayant une surface de contact avec l'air suffisamment grande.

De 30 min à 60 min après le traitement à l'humidité, une tension de 500 V en courant continu est appliquée; la résistance d'isolement est mesurée 60 s plus tard.

Cette mesure est effectuée à l'intérieur de l'enceinte humide ou dans la salle où les spécimens ont été portés à la température prescrite, après remise en place des pièces qui auraient pu être retirées.

Dans cet essai, le terme "corps" inclut:

- toutes les parties métalliques accessibles et une feuille métallique appliquée sur les surfaces en matériau isolant qui sont accessibles après installation comme en usage normal;
- la surface sur laquelle le parafoudre est monté et toute surface pouvant entrer en contact avec d'autres dispositifs ou parties métalliques, revêtue si nécessaire d'une feuille métallique;
- les vis et autres moyens de fixation du parafoudre sur son support;
- les bornes/connexions PE, PEN ou PEM préparées conformément à 9.3.7.1.

La feuille métallique est appliquée de façon à ce que la matière de remplissage présente soit effectivement soumise à essai.

De plus amples informations concernant l'application de la feuille métallique sont fournies dans l'IEC TR 61643-03.

La mesure doit être effectuée de la façon suivante:

- a) entre toutes les parties actives interconnectées du ou des circuits principaux du parafoudre (toutes les bornes étant reliées entre elles, à l'exclusion des bornes/connexions PE, PEN ou PEM) et le corps du parafoudre;
- b) entre toutes les parties actives interconnectées de chaque circuit électriquement séparé, le cas échéant, et le corps du parafoudre;
- c) entre toutes les parties actives interconnectées des circuits principaux du parafoudre (toutes les bornes étant reliées entre elles, à l'exclusion des bornes/connexions PE, PEN ou PEM) et toutes les parties actives interconnectées de chaque circuit électriquement séparé, le cas échéant;
- d) entre toutes les parties actives interconnectées de tout circuit électriquement séparé et toutes les parties actives interconnectées de tous les autres circuits électriquement séparés, s'il y en a plus d'un.

9.3.7.3 Critères d'acceptation

La résistance d'isolement ne doit pas être inférieure à:

- 5 MΩ pour les mesurages conformément à a) et b);
- 5 MΩ pour les mesurages conformément à c) et/ou d), lorsque le circuit électriquement séparé est équipé d'une séparation de protection (isolation double ou renforcée) par rapport aux autres circuits;
- 2 MΩ pour les mesurages conformément à c) et/ou d), lorsque le circuit électriquement séparé est équipé d'une séparation simple (isolation principale) des autres circuits.

9.3.8 Tenue diélectrique

9.3.8.1 Généralités

Les parafoudres sont soumis à essai sur le même jeu d'échantillons dans les 60 min qui suivent l'essai conformément à 9.3.7.

Les essais aux ondes de choc sont effectués avec une tension de choc 1,2/50 conformément à 7.1.2.2 de l'IEC 61180:2016. L'amplitude des chocs doit être réglée à la valeur d'essai exigée avec un échantillon connecté à la sortie du générateur de choc. Pour chaque essai, cinq ondes de choc positives et cinq ondes de choc négatives sont appliquées. L'intervalle de temps entre deux chocs consécutifs doit être d'au moins 1 s pour les chocs de même polarité et d'au moins 10 s pour les chocs de polarité opposée.

NOTE Si la forme d'onde de tension de choc satisfait aux exigences les plus strictes de 9.1.4 et si la tolérance pour la valeur de crête est maintenue à $\pm 3\%$, les exigences de choc de 7.1.2.2 de l'IEC 61180:2016 sont satisfaites.

Les essais en courant alternatif sont réalisés avec une source d'alimentation conçue de manière à générer, après réglage à la tension d'essai exigée avec une tolérance de $\pm 3\%$ à ses connexions libres, un courant de court-circuit d'au moins 200 mA après court-circuitage des connexions. Lorsque les tensions d'essai en courant alternatif sont supérieures à 3 kV, il suffit que la puissance assignée de l'équipement d'essai soit supérieure ou égale à 600 VA.

L'éventuel relais à maximum de courant ne doit réagir que lorsque le courant du circuit d'essai est supérieur à 100 mA. L'appareil de mesure de la tension d'essai doit avoir une précision de 3 % ou moins. Les parafoudres sont soumis à essai, en commençant avec une tension ne dépassant pas la moitié de la tension exigée. Cette tension est ensuite augmentée dans les 30 s jusqu'à sa pleine valeur, qui est ensuite maintenue pendant 60 s.

9.3.8.2 Essais des circuits principaux du parafoudre conformément à 9.3.7.2 a)

9.3.8.2.1 Généralités

Les circuits principaux du parafoudre doivent être soumis à un essai de tenue à la tension de choc conformément à 9.3.8.2.2 et à un essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.2.3. Une variante peut consister, mais uniquement avec l'accord du fabricant, à réaliser seulement l'essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.2.4 à des fins de simplification, lequel couvre l'essai de tenue à la tension de choc conformément à 9.3.8.2.2 et l'essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.2.3, mais qui est plus sévère, en particulier pour l'isolation solide.

Les parafoudres classés pour un usage extérieur sont également soumis à essai conformément à 9.3.8.2.4 entre leurs connexions sans les composants internes de protection contre les surtensions. Pendant l'essai, le parafoudre est soumis à l'aspersion conformément à 9.1 de l'IEC 60060-1:2010.

9.3.8.2.2 Essai de tenue à la tension de choc

Les parafoudres sont soumis à essai avec une tension d'essai de choc conformément au Tableau 7.

Tableau 7 – Tensions d'essai de tenue aux chocs diélectriques pour les circuits principaux du parafoudre

U_{max} V	tension d'essai de choc kV
$\leq 2\,000$ ^a	2,00
$\leq 4\,000$	4,00
$> 4\,000$ à 6 000	6,00
$> 6\,000$ à 8 000	8,00
^a Cette phase s'applique uniquement pour les parafoudres dont U_C est inférieur ou égal à 180 V.	

Une correction d'altitude de la tension d'essai, en fonction de l'altitude du laboratoire d'essai, est exigée conformément au Tableau 14.

9.3.8.2.3 Essai en courant alternatif

Les parafoudres sont soumis à essai avec une tension d'essai conformément au Tableau 8.

Tableau 8 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits principaux du parafoudre

Tension de régime permanent U_C du parafoudre V (courant alternatif/courant continu) ^a	Tension d'essai alternative ^b kV
$U \leq 150$ / $U \leq 210$	1,35
$150 < U \leq 300$ / $210 < U \leq 425$	1,5
$300 < U \leq 600$ / $425 < U \leq 850$	1,8
$600 < U \leq 1\,000$ / $850 < U \leq 1\,500$	2,2
$1\,000 < U \leq 1\,500$ / $1\,500 < U \leq 2\,100$	2,7
$1\,500 < U \leq 2\,000$ / $2\,100 < U \leq 2\,800$	3,2
^a Pour les parafoudres déclarés pour une application en courant alternatif et en courant continu, l' U_C entraînant la tension d'essai la plus élevée s'applique. ^b Pour les réseaux en courant continu, il est pris pour hypothèse qu'ils sont galvaniquement connectés à une alimentation électrique en courant alternatif (sans séparation). Par conséquent, les TOV potentielles des réseaux en courant alternatif sont également utilisées pour déterminer la tension d'essai exigée pour les parafoudres en courant continu.	

La correction d'altitude de la tension d'essai n'est pas exigée.

9.3.8.2.4 Autre essai en courant alternatif

Les parafoudres sont soumis à essai avec une tension d'essai conformément au Tableau 9.

Tableau 9 – Tensions d'essai diélectrique en courant alternatif pour les circuits principaux du parafoudre

U_{max} V	Tension d'essai alternative kV
$\leq 2\,000$ ^a	1,41 ^b
$\leq 4\,000$	2,83 ^b
$> 4\,000$ à $6\,000$	4,24
$> 6\,000$ à $8\,000$	5,66
^a Cette phase s'applique uniquement pour les parafoudres dont U_C est inférieur ou égal à 180 V. ^b Ou la tension d'essai conformément au Tableau 8, la valeur retenue étant la plus élevée des deux.	

Une correction d'altitude de la tension d'essai, en fonction de l'altitude du laboratoire d'essai, est exigée conformément au Tableau 14.

9.3.8.3 Essais de circuits électriquement séparés conformément à 9.3.7.2 b) à d)

9.3.8.3.1 Généralités

Les circuits électriquement séparés d'un parafoudre doivent être soumis à un essai aux ondes de choc conformément à 9.3.8.3.2 et à un essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.3.3. Une variante peut consister, mais uniquement avec l'accord du fabricant, à réaliser seulement l'essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.3.4 à des fins de simplification, lequel couvre l'essai aux ondes de choc conformément à 9.3.8.3.2 et l'essai en courant alternatif conformément à 9.3.8.3.3, mais qui est plus sévère, en particulier pour l'isolation solide.

9.3.8.3.2 Essai de tenue à la tension de choc

Les parafoudres sont soumis à essai avec une tension d'essai de choc conformément au Tableau 10.

Tableau 10 – Tensions d'essai de tenue aux chocs diélectriques pour les circuits séparés

tension réseau assignée pour laquelle le parafoudre est conçu/Tension assignée du circuit séparé ^a tension phase-neutre ou point milieu V (courant alternatif/courant continu) ^b	Pour les circuits principaux du parafoudre: emplacement d'installation autorisé pour le parafoudre conformément aux instructions d'installation du fabricant		
	distribution d'électricité	installation fixe	portable
	Pour les circuits séparés: catégorie de surtension attribuée au circuit séparé conformément à 6.2, 39)		
	catégorie de surtension IV ^c kV	catégorie de surtension III ^c kV	catégorie de surtension II ^c kV
$U \leq 50 / U \leq 70$	1,5	0,8	0,5
$50 < U \leq 100 / 70 < U \leq 140$	2,5	1,5	0,8
$100 < U \leq 150 / 140 < U \leq 210$	4,0	2,5	1,5
$150 < U \leq 300 / 210 < U \leq 425$	6,0	4,0	2,5
$300 < U \leq 600 / 425 < U \leq 850$	8,0	6,0	4,0
$600 < U \leq 1\,000 / 850 < U \leq 1\,500$	12,0	8,0	6,0
Les tensions d'essai du tableau s'appliquent à l'isolation principale (séparation simple). Pour soumettre à essai l'isolation double ou renforcée (séparation de protection) entre les circuits conformément à 9.3.7.2 c) et d), la tension d'essai correspondante doit être augmentée à la valeur de tension d'essai immédiatement supérieure de ce tableau et la tension d'essai de 12 kV doit être augmentée à 19,2 kV.			
^a Entre des circuits de tensions assignées différentes, la tension assignée la plus élevée est prise pour choisir la tension d'essai appliquée conformément à 9.3.7.2 c) et d). Pour la tension d'essai selon 9.3.7.2 b), la tension assignée du circuit séparé est prise pour choisir la tension d'essai appliquée.			
^b Pour les réseaux en courant continu, il est pris pour hypothèse qu'ils sont galvaniquement connectés à une alimentation électrique en courant alternatif (sans séparation). Par conséquent, les TOV potentielles des réseaux en courant alternatif sont également utilisées pour déterminer la tension d'essai exigée pour les parafoudres en courant continu.			
^c Catégories de surtension conformément à l'IEC 60664-1:2020.			

Une correction d'altitude de la tension d'essai, en fonction de l'altitude du laboratoire d'essai, est exigée conformément au Tableau 14.

9.3.8.3.3 Essai de AC

Les parafoudres sont soumis à essai avec une tension d'essai conformément au Tableau 11.