

For BIS Use Only

BUREAU OF INDIAN STANDARDS
DRAFT FOR COMMENTS ONLY

(Not to be reproduced without the permission of BIS or used as a standard)

Draft Indian Standard

**Low-Voltage Surge Protective Devices - Part 22: Surge Protective Devices
Connected to Telecommunications and Signalling Networks - Selection and
Application Principles**

ICS 29.240.01; 29.240.10

Surge Arrester Sectional
Committee, ETD 30

Last date of receipt of comment
16-01-2025

NATIONAL FOREWORD

This draft Indian Standard which is identical with IEC 61643-22:2015 “Low-voltage surge protective devices –Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Selection and application principles” issued by the International Electrotechnical Commission (IEC) will be adopted by the Bureau of Indian Standards on the recommendation of the Power Systems Relays Sectional Committee and approval of the Electrotechnical Division Council.

The text of IEC Standard has been approved as suitable for publication as an Indian Standard without deviations. Certain terminologies and conventions are, however, not identical to those used in Indian Standards. Attention is particularly drawn to the following:

- a) Wherever the words ‘International Standard’ appear referring to this standard, they should be read as ‘Indian Standard’.
- b) Comma (,) has been used as a decimal marker, while in Indian Standards the current practice is to use a point (.) as the decimal marker.

In this adopted standard, reference appears to International Standards for which Indian Standards also exists. The corresponding Indian Standards, which are to be substituted, are listed below along with their degree of equivalence for the editions indicated:

<i>International Standard</i>	<i>Corresponding Indian Standard</i>	<i>Degree of Equivalence</i>
IEC 61643-11, Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to	IS 16463 (Part 11): 2016 IEC 61643-11: 2011, Low - Voltage surge protective devices:	Identical

low-voltage power systems – Requirements and test methods	Part 11 surge protective devices connected to low - Voltage power systems - Requirements and test methods	
IEC 61643-12, Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles	IS 16463 (Part 12): 2017 IEC 61643-12: 2008 Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles	Identical
IEC 62305-1:2010, Protection against lightning – Part 1: General principles	IS 62305 (Part 1): 2010, Protection against lightning: Part 1 general principles	Identical
IS/IEC 62305-2: 2010, Protection against lightning – Part 2: Risk management	IS/IEC 62305-2: 2010, Protection against lightning: Part 2 risk management	Identical
IEC 62305-3:2010, Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard	IS/IEC 62305-3: 2010 IEC 62305-3, Protection against lightning: Part 3 physical damage to structures and life hazard	Identical
IEC 62305-4:2010, Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures	IS/IEC 62305-4: 2010, Protection against lightning: Part 4 electrical and electronic systems within structures	Identical
IEC 61000-4-5, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test	IS 14700 (Part 4/Sec 5): 2019 IEC 61000-4-5: 2017, Electromagnetic compatibility (EMC): Part 4 testing and measurement techniques: Sec 5 surge immunity test (First Revision)	Identical

The technical committee has reviewed the provisions of the following international standards referred in this adopted standard and decided that they are acceptable for use in conjunction with this standard.

<i>International Standard</i>	<i>Title</i>
IEC 61643-21:2012	<i>Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods</i>

Only the English language text has been retained while adopting it in this Indian Standard, and as such, the page numbers given here are not the same as in the IEC Publication.

For the purpose of deciding whether a particular requirement of this standard is complied with the final value, observed or calculated expressing the result of a test or analysis shall be rounded off in accordance with IS 2: 2022 ‘Rules for rounding of numerical values (*Second Revision*)’. The number of significant places retained in the rounded off value should be the same as that of the specified value in this standard.

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Low-voltage surge protective devices –
Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and
signalling networks – Selection and application principles

Parafoudres basse tension –

Partie 22: Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de
télécommunications – Principes de choix et d'application

FOR BIS USE



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 2015 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 Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel.: +41 22 919 02 11
Fax: +41 22 919 03 00
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 corrigenda or an amendment might have been published.

IEC Catalogue - webstore.iec.ch/catalogue

The stand-alone application for consulting the entire bibliographical information on IEC International Standards, Technical Specifications, Technical Reports and other documents. Available for PC, Mac OS, Android Tablets and iPad.

IEC publications search - www.iec.ch/searchpub

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 also once a month by email.

Electropedia - www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 30 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in 15 additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary (IEV) online.

IEC Glossary - std.iec.ch/glossary

More than 60 000 electrotechnical terminology entries in English and French extracted from the Terms and Definitions clause of IEC publications issued since 2002. Some entries have been collected from earlier publications of IEC TC 37, 77, 86 and CISPR.

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: csc@iec.ch.

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.

Catalogue IEC - webstore.iec.ch/catalogue

Application autonome pour consulter tous les renseignements bibliographiques sur les Normes internationales, Spécifications techniques, Rapports techniques et autres documents de l'IEC. Disponible pour PC, Mac OS, tablettes Android et iPad.

Recherche de publications IEC - www.iec.ch/searchpub

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 aussi une fois par mois par email.

Electropedia - www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 30 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans 15 langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International (IEV) en ligne.

Glossaire IEC - std.iec.ch/glossary

Plus de 60 000 entrées terminologiques électrotechniques, en anglais et en français, extraites des articles Termes et Définitions des publications IEC parues depuis 2002. Plus certaines entrées antérieures extraites des publications des CE 37, 77, 86 et CISPR de l'IEC.

Service Clients - webstore.iec.ch/csc

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

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Low-voltage surge protective devices –
Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and
signalling networks – Selection and application principles

Parafoudres basse tension –

Partie 22: Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de
télécommunications – Principes de choix et d'application

FOR BIS USE

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 29.240.01; 29.240.10

ISBN 978-2-8322-2750-3

**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.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references.....	9
3 Terms, definitions and abbreviations	9
3.1 Terms and definitions	10
3.2 Abbreviations	10
4 Description of technologies	10
4.1 General.....	10
4.2 Voltage-limiting components.....	10
4.2.1 General	10
4.2.2 Clamping components.....	11
4.2.3 Switching components.....	11
4.3 Current-limiting components.....	11
4.3.1 General	11
4.3.2 Current-interrupting components	11
4.3.3 Current-reducing components.....	11
4.3.4 Current-diverting components.....	11
5 Parameters for selection of SPDs and appropriate tests from IEC 61643-21.....	12
5.1 General.....	12
5.2 Normal service conditions	12
5.2.1 General.....	12
5.2.2 Air pressure and altitude	12
5.2.3 Ambient temperature.....	12
5.2.4 Relative humidity	12
5.2.5 Abnormal service conditions.....	12
5.3 SPD parameters that may affect normal system operation.....	12
6 Risk management.....	13
6.1 General.....	13
6.2 Risk analysis.....	14
6.3 Risk identification.....	14
6.4 Risk treatment.....	14
7 Application of SPDs.....	16
7.1 General.....	16
7.2 Coupling mechanisms	16
7.3 Application, selection and installation of surge protective devices (SPDs).....	18
7.3.1 Application requirements for SPDs	18
7.3.2 SPD installation cabling considerations	22
7.3.3 Comparison between SPD classification of IEC 61643-11 and IEC 61643-21.....	25
8 Multiservice surge protective devices	25
9 Coordination of SPDs/ITE	28
Annex A (informative) Voltage-limiting components	29
A.1 Clamping components	29
A.1.1 General	29
A.1.2 Metal oxide varistor (MOV).....	29

FOR BIS USE

A.1.3	Silicon semi-conductors	29
A.2	Switching components.....	31
A.2.1	General	31
A.2.2	Gas discharge tube (GDT).....	31
A.2.3	Air gaps	31
A.2.4	Thyristor surge suppressor (TSS) – Fixed voltage types (self-gating)	32
A.2.5	Thyristor surge suppressor (TSS) – Gated types	32
Annex B (informative)	Current-limiting components.....	33
B.1	General.....	33
B.2	Non-resetting current limiters	33
B.2.1	General	33
B.2.2	Series current-interrupting components	33
B.2.3	Shunt current-diverting limiters.....	34
B.3	Self-resetting current limiters.....	36
B.3.1	General	36
B.3.2	Series current-reducing components.....	36
B.3.3	Shunt current-diverting components	38
Annex C (informative)	Risk management.....	39
C.1	Risk due to lightning discharges	39
C.1.1	Risk assessment.....	39
C.1.2	Risk analysis.....	39
C.1.3	Risk treatment	41
C.2	Risk due to power line faults	42
C.2.1	General	42
C.2.2	AC power systems	42
C.2.3	DC power systems	42
Annex D (informative)	Transmission characteristics related to IT systems	44
D.1	General.....	44
D.2	Telecommunications systems	44
D.3	Signalling, measurement and control systems.....	45
D.4	Cable TV systems	45
Annex E (informative)	Coordination of SPDs/ITE	46
E.1	General.....	46
E.2	Determination of U_{IN} and I_{IN}	46
E.3	Determine the output protective voltage and current waveforms for SPD1	47
E.4	Compare SPD1 and SPD2 values	47
E.5	Necessity of verification of the coordination by testing	48
Annex F (informative)	Protection of Ethernet systems	49
F.1	Power over Ethernet (PoE).....	49
F.2	Withstand capabilities and SPD coordination	50
F.3	Common mode to differential mode surge conversion by switching devices	50
F.3.1	General	50
F.3.2	Differential mode voltage reduction by inter-wire protection.....	51
F.3.3	Differential mode voltage reduction by single switching element.....	52
Annex G (informative)	EMC impact of SPDs	54
G.1	General.....	54
G.2	Electromagnetic immunity.....	54
G.3	Electromagnetic emission.....	54

FOR BIS USE

Annex H (informative) Definition of internal port (Source: ITU-T K.44)	55
Annex I (informative) Maintenance of SPDs for Information Technology	56
I.1 General requirements	56
I.2 Maintenance responsibilities	56
I.3 Maintenance of SPDs	56
I.3.1 General	56
I.3.2 Visual inspection	57
I.3.3 Complete inspection	57
I.3.4 Examining periods	57
Annex J (informative) Earth potential rise (EPR)	59
J.1 General	59
J.2 Causes of EPR	59
J.3 Influence of soil resistivity	59
J.4 Fibre optics	59
Annex K (informative) References and examples of risk management based on IEC 62305-2	60
Bibliography	61
Figure 1 – SPD installation in telecommunications and signalling networks	15
Figure 2 – Measurement and Control network (MCR)	15
Figure 3 – Coupling mechanisms	17
Figure 4 – Example of a configuration of the lightning protection concept	19
Figure 5 – Example of a configuration according to the zones (Figure 4)	20
Figure 6 – Example of protection measures against common-mode voltages and differential mode voltages of the data (f) and supply voltage input (g) of an ITE	21
Figure 7 – Influence of voltages U_{L1} and U_{L2} on protection level U_P caused by inductance of the leads	22
Figure 8 – Removal of the voltages U_{L1} and U_{L2} from the protector unit by connecting leads to a common point	23
Figure 9 – Necessary installation conditions of a three, five or multi-terminal SPD with an ITE for minimizing the interference influences on the protection level	24
Figure 10 – Individual SPDs	26
Figure 11 – MSPD with PE connection option	26
Figure 12 – MSPD with transient bonding SPCs to PE terminals	27
Figure 13 – Coordination of two SPDs	28
Figure A.1 – Behaviour of clamping components	29
Figure A.2 – Behaviour of switching components	31
Figure B.1 – Behaviour of current interrupting components	33
Figure B.2 – Behaviour of current-diverting component	34
Figure B.3 – Thermally operated (heat coil) three-terminal shunt current limiter	35
Figure B.4 – Behaviour of current-reducing components (thermally operated type)	36
Figure B.5 – Thermally operated (PTC thermistor) two-terminal series current limiting component	37
Figure B.6 – Two-terminal series electronic current limiting component	38
Figure B.7 – Electronic (gated bidirectional thyristor) three-terminal shunt current limiting component	38
Figure C.1 – Risk evaluation procedure	41

Figure E.1 – Coordination verification process.....	47
Figure F.1 – PoE powering modes.....	49
Figure F.2 – Common mode to differential mode surge conversion by asynchronous SPD operation	50
Figure F.3 – Differential surge generated by asynchronous SPD operation on a longitudinal surge	51
Figure F.4 – SPD circuit with inter-wire protection to limit the differential surge	51
Figure F.5 – Differential surge voltage limited by inter-wire protection	52
Figure F.6 – SPD using a single switching element and a steering diode bridge	52
Figure F.7 – Differential surge voltage reduced by single switching element and steering diode bridge	53
Table 1 – Responsibility for managing the protective measures.....	14
Table 2 – Coupling mechanisms.....	18
Table 3 – Selection aid for rating SPDs for the use in (zone) interfaces according to IEC 62305-1	20
Table 4 – Relationship between SPD classification of IEC 61643-21 and IEC 61643-11.....	25
Table 5 – Relationship between LPZ and the requested test categories of MSPDs	27
Table C.1 – AC overhead power systems	42
Table C.2 – AC underground electric cables	42
Table C.3 – DC overhead power systems	43
Table C.4 – DC underground electric cables	43
Table D.1 – Transmission characteristics for telecommunication systems in access networks.....	44
Table D.2 – Transmission characteristics of IT systems in customer premises.....	45
Table D.3 – Transmission characteristics of cable TV systems.....	45
Table F.1 – Comparison of Type 1 (PoE) and Type 2 PoE+ powering values.....	49
Table I.1 – Maximum period between inspections of lightning protective measures covered by IEC 62305-3.....	57
Table I.2 – Maximum period between inspections of lightning protective measures covered by ITU-T K.69 [28]	58

FOR BIS USE

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –**Part 22: Surge protective devices connected to
telecommunications and signalling networks –
Selection and application principles**

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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 61643-22 has been prepared by subcommittee 37A: Low-voltage surge protective devices, of IEC technical committee 37: Surge arresters.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 2004. This edition constitutes a technical revision.

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

- a) Update the use of multiservice SPDs (Article 8)
- b) Comparison between SPD classification of IEC 61643-11 and IEC 61643-21 (7.3.3)
- c) Consideration of new transmission systems as PoE (Annex F)
- d) EMC requirements of SPDs (Annex G)

e) Maintenance cycles of SPDs (Annex I)

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

FDIS	Report on voting
37A/273/FDIS	37A/277/RVD

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

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

The committee has decided that the contents of this amendment and the base publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

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

FOR BISS USE
IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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

This International Standard is a guide for the application of SPDs to telecommunications and signalling lines and those SPDs which have telecom or signalling SPDs in the same enclosure with power line SPDs (so called multiservice SPDs). Definitions, requirements and test methods are given in IEC 61643-21. The decision to use SPDs is based on an analysis of the risks that are seen by the network or system under consideration. Because telecommunications and signalling systems may depend on long lengths of wire, either buried or aerial, the exposure to overvoltages from lightning, power line faults and power line/load switching, can be significant. If these lines are unprotected, the resultant risk to information technology equipment (ITE) can also be significant. Other factors that may influence the decision to use SPDs are local regulators and insurance stipulations. This standard provides indications for evaluating the need for SPDs, the selection, installation and dimensioning of SPDs and for achieving coordination between SPDs and between SPDs and ITE installed on telecommunication and signal lines.

Coordination of SPDs assures that a proper interaction between them, as well as between an SPD and the ITE to be protected will be realized. Coordination requires that the voltage protection level, U_p , and let-through current, I_p , of the initial SPD does not exceed the resistibility of subsequent SPDs or the ITE.

In general, the SPD closest to the source of the impinging surge diverts most of the surge: a downstream SPD will divert the remaining or residual surge. The coordination of SPDs in a system is affected by the operation of the SPDs and the equipment to be protected as well as the characteristics of the system to which the SPDs are connected.

The following variables should be reviewed when attempting to attain proper coordination:

- wave shape of the impinging surge (impulse or AC);
- ability of the equipment to withstand an overvoltage/overcurrent without damage;
- installation, e.g. distance between SPDs and between SPDs and ITE;
- SPD voltage-protection levels.

The performance of an SPD and its coordination with other SPDs can be affected by exposure to previous transients. This is especially true for transients which approach the limit of the capacity of the SPD. If there is considerable doubt concerning the number and severity of the surges handled by the SPDs under consideration, it is suggested that SPDs with higher capabilities be used.

One of the direct effects of poor coordination may be bypassing of the SPD closest to the surge source, with the result that the following SPD will be forced to handle the entire surge. This can result in damage to that SPD.

Lack of proper coordination can also lead to equipment damage and, in severe cases, may lead to a fire hazard.

There are several technologies used in the design of the SPDs covered in this standard. These are explained in the main text and also in informative Annexes A and B.

LOW-VOLTAGE SURGE PROTECTIVE DEVICES –

Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Selection and application principles

1 Scope

This part of IEC 61643 describes the principles for the selection, operation, location and coordination of SPDs connected to telecommunication and signalling networks with nominal system voltages up to 1 000 V r.m.s. a.c. and 1 500 V d.c.

This standard also addresses SPDs that incorporate protection for signalling lines and power lines in the same enclosure (so called multiservice SPDs).

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61643-21:2012, *Low-voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

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

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 62305-1:2010, *Protection against lightning – Part 1: General principles*

IEC 62305-2:2010, *Protection against lightning – Part 2: Risk management*

IEC 62305-3:2010, *Protection against lightning – Part 3: Physical damage to structures and life hazard*

IEC 62305-4:2010, *Protection against lightning – Part 4: Electrical and electronic systems within structures*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

3 Terms, definitions and abbreviations

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

3.1 Terms and definitions

3.1.1

resistibility

ability of telecommunication equipment or installations to withstand, in general, without damage, the effects of overvoltages or overcurrents, up to a certain specified extent, and in accordance with a specified criterion

Note 1 to entry: This definition is derived from ITU-T K.44 [24]¹.

3.1.2

multiservice surge protective device

MSPD

surge protective device providing protection for two or more services such as power, telecommunications and signalling in a single enclosure in which a reference bond is provided between services during surge conditions

3.2 Abbreviations

MSPD	Multiservice Surge Protective Device
POTS	Plain Old Telephone Service
VDSL	Very High Speed Digital Subscriber Line
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
PoE	Power over Ethernet

4 Description of technologies

4.1 General

The following is a short description of various surge protection component technologies. More details are available in Annexes A and B.

4.2 Voltage-limiting components

4.2.1 General

These shunt-connected SPD components are non-linear elements that limit overvoltages that exceed a given voltage by providing a low impedance path to divert currents. The continuous operating voltage (U_c), of the SPD is chosen to be greater than the maximum peak system voltage in normal operation. At the maximum system operating voltage, the SPD's leakage current shall not interfere with normal system operation.

Multiple components may be used to form assemblies. Connecting voltage-limiting surge protective components in series may result in higher voltage protection levels. Parallel component connection may increase the surge current capability of the assembly. For example, switching components will not share current, however clamping components may.

Some technologies, e.g. metal oxide varistors, have voltage-current characteristics that are inherently symmetrical for positive and negative voltage polarities. Such components are classified as symmetrical bi-directional. Components having positive and negative current-voltage characteristics with the same basic shape, but with significantly different characteristic values are classified as asymmetrical bi-directional.

Other technologies, e.g. PN semi-conductor components, typically have symmetrical voltage-current characteristics.

¹ Numbers in square brackets refer to the Bibliography.

4.2.2 Clamping components

These SPD components have continuous voltage-current characteristics. Generally, this will mean that the protected equipment will be exposed to a voltage above the SPD's threshold level for most of the voltage impulse duration. As a result, these SPD components will dissipate substantial energy during the overvoltage.

4.2.3 Switching components

These SPD components have a discontinuous current-voltage characteristic. At a designed voltage, they switch to a low-voltage state. In this low-voltage state, the energy absorbed is low compared to that of other SPDs that "clamp" the voltage at a specific protection level. As a result of this switching action, protected equipment will be subjected to a voltage above the normal system voltage for only a very short time. If the system's operating voltage and current exceed the reset characteristics of the switching-type component, these components remain in the conducting state. Appropriate SPD selection and circuit design will allow the SPD to recover to a high resistance state under normal system voltage and currents.

4.3 Current-limiting components

4.3.1 General

To limit an overcurrent, the protection component has to stop or reduce the current flowing to the protected load. There are three possible methods: interruption, reduction or diversion. The majority of the technologies used for overcurrent protection are thermally activated, resulting in relatively slow response operating times. Until the overcurrent protection operates, the load, and possibly the SPDs, have to be capable of withstanding the surge.

4.3.2 Current interrupting component

These components open the circuit path for the surge current to the SPD or ILE, (see Figure B.1). Sudden opening of a current-carrying circuit usually results in arcing, particularly if the current is at its peak. This arcing has to be controlled to prevent a safety hazard. After interruption, maintenance is required to restore service. One example of a current-interrupting component is a fuse.

4.3.3 Current-reducing components

These components reduce the current flow by effectively inserting a large series resistance with the load (see Figure B.4). An example of a current-reducing type used for this action is a self-heating positive temperature coefficient (PTC) thermistor. Overcurrents cause resistive heating of the PTC thermistor. When the thermistor's temperature exceeds its threshold temperature (typically 120 °C), this causes the thermistor resistance to change from Ohms to hundreds of kilo-Ohms, thereby reducing the current. The lower current, after changing to a high resistance, maintains the PTC thermistor's temperature, forcing the PTC thermistor to remain in the high resistance state. A thermistor dissipation of typically about 1 W is needed to maintain the temperature, e.g. 5 mA from a 200 V a.c. overvoltage. After the surge, the PTC thermistor cools and returns to a low resistance value (resets). Current reducing Electronic Current Limiters (see B.3.1.2) operate when the current exceeds a predetermined threshold and respond to lightning surges as well as a.c.

4.3.4 Current-diverting components

Current-diverting components effectively create a low impedance path in parallel with the load (see Figure B.2). Activation occurs due to temperature rise of the voltage-limiting type or load current sensing. Although the load is protected, the surge current in the network feed is the same or greater. After operation, maintenance may be required to restore service.

5 Parameters for selection of SPDs and appropriate tests from IEC 61643-21

5.1 General

This clause discusses the parameters of SPDs and their relevance to the operation of the SPDs and the normal operation of the networks to which they are connected. These parameter values can be used to form the basis for comparison amongst SPDs and also to provide guidance in their selection for signalling and power systems. Values for these parameters are available from SPD manufacturers and suppliers. Verification of the values, or obtaining them when not provided by suppliers, shall be performed using the tests and methods described in IEC 61643-21.

5.2 Normal service conditions

5.2.1 General

The SPD parameters shall be suitable for the intended environment.

5.2.2 Air pressure and altitude

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

5.2.3 Ambient temperature

Ambient temperature falls within the following ranges:

- normal range: –5 °C to +40 °C

NOTE 1 This range normally addresses SPDs for indoor use. This corresponds to code AB4 in IEC 60364-5-51 [51].

- extended range: –40 °C to +70 °C

NOTE 2 This range normally addresses SPDs for outdoor use in non weather-protected locations, class 3K7 in IEC 60721-3-3 [52].

- storage range: –40 °C to +70 °C

NOTE 3 Values outside this range will be specified by the manufacturer.

5.2.4 Relative humidity

Relative humidity falls within the following ranges:

- normal range: 5 % to 95 %

NOTE 1 This range normally addresses SPDs for indoor use. This corresponds to code AB4 in IEC 60364-5-51.

- extended range: 5 % to 100 %

NOTE 2 This range normally addresses SPDs for outdoor use in non weather-protected locations (e.g. SPD outside enclosure).

5.2.5 Abnormal service conditions

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

5.3 SPD parameters that may affect normal system operation

The essential characteristics for the operation of SPDs having voltage-limiting or both voltage-limiting and current-limiting functions used in protecting telecommunication and signalling systems are as follows:

- maximum continuous operating voltage U_c ;
- voltage protection level U_p ;
- impulse reset;
- insulation resistance (leakage current);
- rated current.

SPDs shall conform to application-specific requirements. Some SPD parameters can influence the transmission characteristics of the network. These are listed below, as follows:

- capacitance;
- series resistance;
- insertion loss;
- return loss;
- longitudinal balance;
- near-end cross-talk (NEXT).

Therefore, SPDs may need to be tested using selected tests from IEC 61643-21. Annex D provides information about IT systems and some of their transmission characteristics that have to be taken into account when applying SPDs to these systems.

6 Risk management

6.1 General

The need for protective measures (e.g. protection with SPDs) for Information Technology Systems should be based on a risk assessment, considering the probability of overvoltage and overcurrent. The assessment of all parts of the Information Technology System shall attain a well coordinated protection of the whole network. This takes into account the consequences of the loss of service for the customer and network operator, the importance of the system (e.g. hospitals, traffic control), the electromagnetic environment at the particular site (probability of damages) and cost related to repair.

The decision to install protective measures shall be assessed based on

- the risk of damage to the network outside or inside the structure,
- the tolerable risk of damage.

For the structure and network inside the structure, the customer shall analyse these two values. For the network outside the structure, the network operator shall analyse them. As the weighting of risk components can lead to different protection results at the interconnection between the operator's network and private network (see Figure 1, "NT"-point), Table 1 gives a general overview of the responsibility for managing the protective measures.

Table 1 – Responsibility for managing the protective measures

Protection of the IT system	Responsibility
Installation outside the structure; operators' network Information technology equipment ITE (see NOTE)	Network operator/Service owner
Installation inside the structure; – private telecommunication network – Installation of an LPS – Installation of an effective earthing and bonding system – Information technology equipment ITE (see NOTE)	Building owner; Customer
Interconnection between operators' network and private network (NT) – Services SPDs, screens and metallic pipes: – Customer SPDs, screens and metallic pipes in private network	Network operator/Service owner Building owner; Customer
Additional protective measures based on risk assessment	Building owner; Customer
NOTE Resistibility requirements of Information technology equipment are given in the ITU-T K series recommendations. They are implemented by the ITE manufacturer by market demands.	

6.2 Risk analysis

Risk analysis takes into consideration the following electromagnetic phenomena:

- power induction;
- lightning discharges;
- earth potential rise;
- power contact.

FOR BIS USE

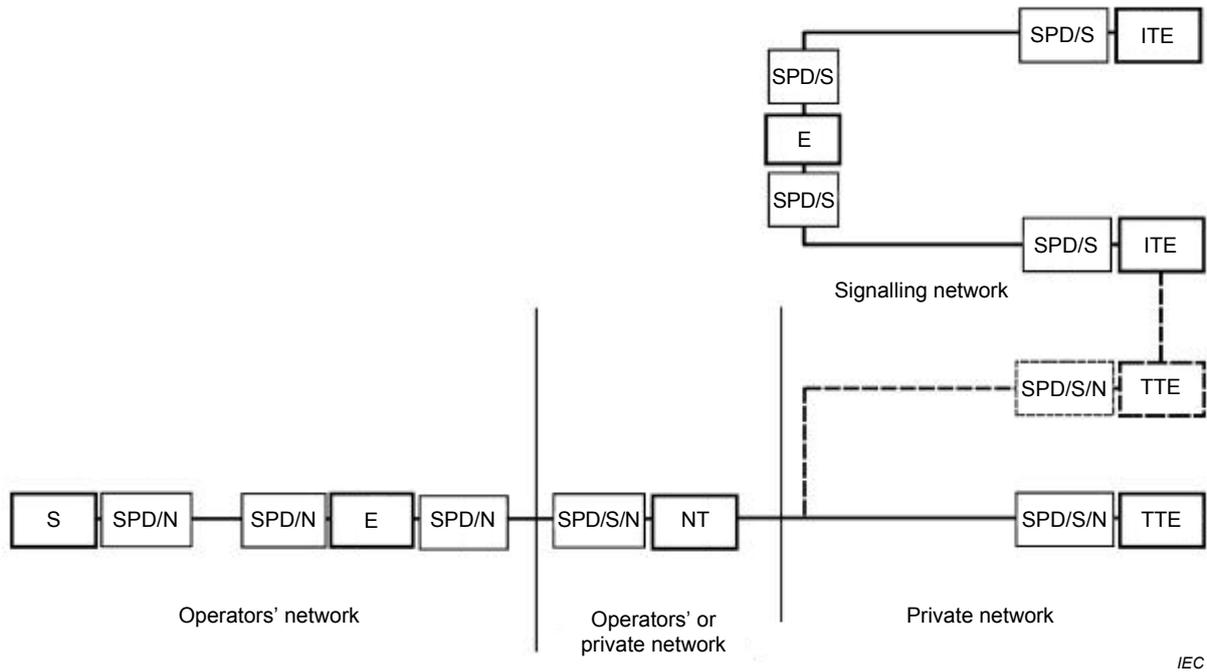
6.3 Risk identification

Risk identification takes into account economic aspects such as:

- costs (high repair costs of inadequately protected equipment versus no repair costs of adequately protected equipment, probability of occurrence of damaging electromagnetic phenomena);
- intended application;
- the protective measures in installations;
- continuity of the service;
- serviceability of the equipment (equipment installed in difficult-to-reach places, e.g. high mountains).

6.4 Risk treatment

Risk treatment considers reduction of damage to the whole of the communication network, i.e. all types of networks, public and private, including all kinds of transmission or terminal equipment. The installation of SPDs can be subject to requirements and/or restrictions given by the network operator, network authority and system manufacturer (see Figure 1 and Figure 2). For further information concerning risk management see Annex C.



IEC

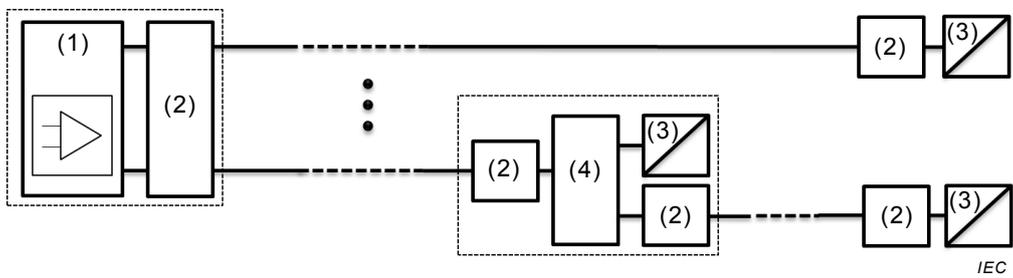
Telecommunications network

Key

- SPD/N SPD requirements/restrictions given by network operator/authority
- SPD/S SPD requirements/restrictions may be given by system manufacturer
- SPD/S/N SPD requirements/restrictions may be given by system manufacturer and network operator/authority
- S switching centre
- E equipment (e.g. multiplexer)
- NT network termination
- ITE information technology equipment or processing control
- TTE telecommunication terminal equipment

FOR BIS USE

Figure 1 – SPD installation in telecommunications and signalling networks



IEC

Key

- (1) ITE (e.g. Controller)
- (2) SPDs requirements/restrictions may be given by customer or user
- (3) ITE (e.g. Sensor/Actuator)
- (4) Distributor

Figure 2 – Measurement and Control network (MCR)

7 Application of SPDs

7.1 General

When considering the application of SPDs to protect equipment connected to telecommunications and signalling networks, it is important to determine the probable overvoltage and overcurrent sources and how energy from these sources is coupled into these networks. These are shown in Figure 3. Figure 4 shows ways to reduce the amount of energy coupled into the network.

7.2 Coupling mechanisms

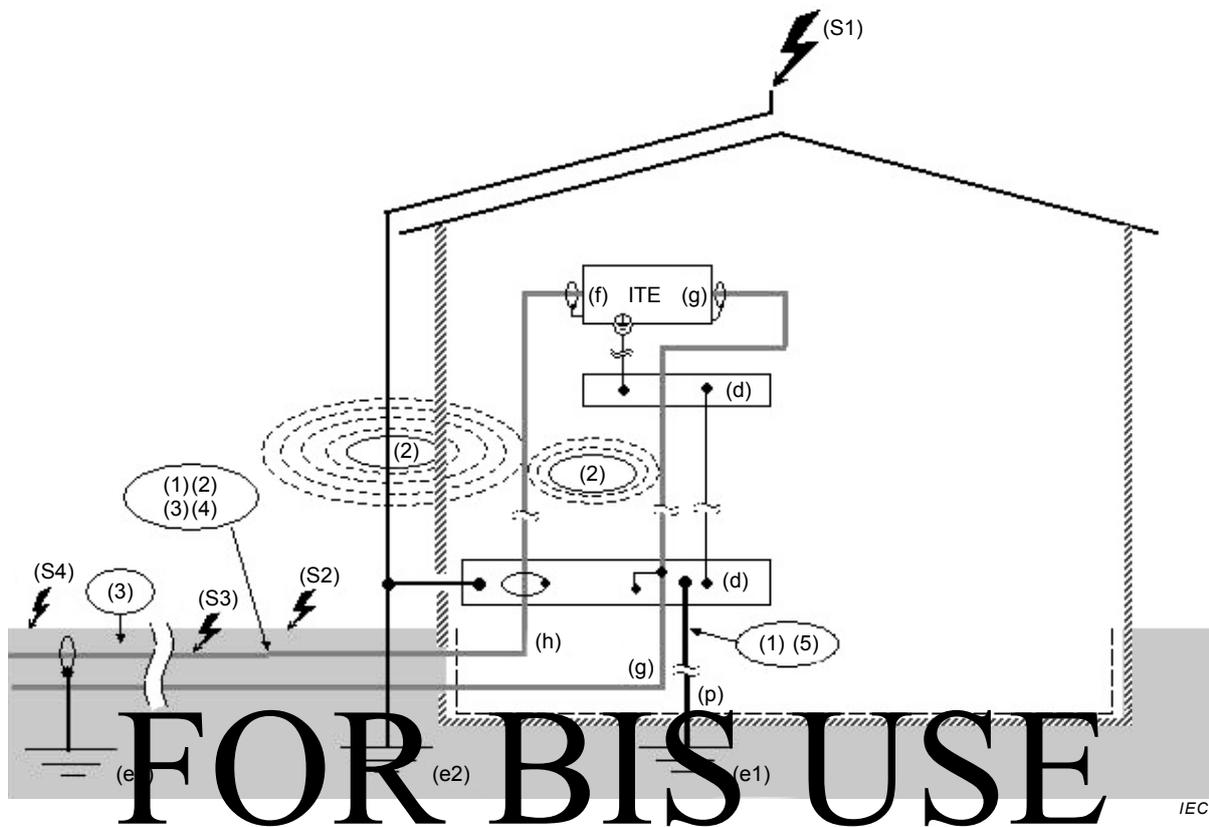
The major sources of transient that pose a threat to telecommunications and signalling systems are due to lightning and the electric power system. The means of coupling include a direct lightning strike to the structure and direct contact from the power system as well as capacitive, inductive and radiative coupling from both sources. A fourth coupling mechanism consists of earth potential rise which can also come from both sources.

Protective measures shall be coordinated with the system to be protected. Wherever protective measures are needed in a building, an equipotential bonding bar (EBB) shall be installed. A further important measure is to minimize the impedance of all bonding connections from the equipment to the building EBB. Metallic shields of cables, shall be continuously connected. It shall also be connected to the EBB, preferably directly or through an SPD (to avoid corrosion problems), at the ends of the cable. Another measure is to provide the incoming services with adequate SPDs so that transient overvoltages and overcurrents are reduced to system compatible levels. The SPDs shall be located as close as possible to a common entry area in the structure, e.g. a building or cabinet through which all incoming services enter. If some distance is required between protected equipment and the cable entrance area, particular attention shall be paid to minimizing the equipment bonding and SPD bonding conductor impedance.

Figure 3 depicts the way in which energy from lightning and a.c. sources is coupled into a structure containing the exposed equipment. It should be noted that while direct strikes result in the need for the more robust SPDs as seen in Table 2, they are also the most infrequent. The information contained in Clause 6, dealing with risk management, will provide guidance to understanding the figure and table. For the sake of simplicity, the figure illustrates direct lightning travelling down a single conductor. In reality, the system will have many down conductors and the direct lightning current will be shared among them. As a result of this current sharing, the magnitudes of surge voltages, by mechanisms of inductive coupling, would be subsequently reduced.

Figure 3 shows a typical structure with a lightning protection system (containing attachment terminals, a bonding network and an earthing system), in-coming services (possibly telephone or another telecommunications connections (h) and power (g)) as well as installed equipment. The figure incorporates single-point lightning protection bonding (d). This arrangement, which is recommended, sees all incoming services bonded on entry to the building to a single common earth point (main EBB). This common earth point is single-point connected to the lightning down-conductor and could have a separate earth for compliance with national requirements. All services entering the building should be connected to this earthing point to obtain an equipotential environment for all building systems. The figure also shows a local equipotential bonding arrangement at or near the building equipment (floor EBB). Within this arrangement, an equipotential environment is created for each floor, equipment room and possibly even an equipment rack by a common earth reference point at cable entry. All services entering the area are earth referenced to the point (either through surge protective devices or directly). This local equipotential bonding point is single-point connected to the main building bond and does not have a separate connection to earth. Examples of bonding arrangements in structures with multiple-point entries of external services are shown in IEC 62305-3:2010, E.6.2.2.

Table 2 shows the relationship between the source of transients and coupling mechanism (e.g. direct strike resistive coupling). The voltage and current waveshapes and test categories are selected from Table 3 of IEC 61643-21:2012.



Key

- (d) equipotential bonding bar (EBB)
- (e1) building ground
- (e2) lightning protection system ground
- (e3) cable shield ground
- (f) information technology/telecommunication port
- (g) power supply port
- (h) information technology/telecommunication line or network
- (p) earthing conductor
- (S1) direct lightning to the structure
- (S2) lightning near to the structure
- (S3) direct lightning to the telecommunication/power line
- (S4) lightning near to the telecommunication/power line
- (1) ... (5) coupling mechanisms, see Table 2

Figure 3 – Coupling mechanisms

Table 2 – Coupling mechanisms

Source of transients	Direct lightning to the structure		Lightning to ground near the structure	Direct lightning to the line	Lightning to ground near the line	AC influence
	(S1)		(S2)	(S3)	(S4)	
Coupling	Resistive (1)	Induction (2)	Induction ^a (2)	Resistive (1, 5)	Induction (3)	Resistive (4)
Voltage wave-shape (µs)	–	1,2/50	1,2/50	–	10/700	50/60 Hz
Current wave-shape (µs)	10/350	8/20	8/20	10/350 ^c , 10/250	5/320	–
Preferred category ^b	D1	C2	C2	D1, D2	B2	A2

NOTE (1) – (5) see Figure 3, coupling mechanisms.

^a Also applies for capacitive/inductive couplings of switching in adjoining power supply networks.

^b See Table 3 of IEC 61643-21:2012.

^c The simulated direct lightning strike test impulse is described by the IEC as a peak current value and total charge. A typical waveshape that can achieve these parameters is a double exponential impulse, 10/350 being used in this example.

7.3 Application, selection and installation of surge protective devices (SPDs)

7.3.1 Application requirements for SPDs

7.3.1.1 General

SPDs shall comply with IEC 61643-21 and with specifications that refer to the system to be protected.

For SPD applications in the public power supply system, other or additional requirements may apply, and will not be described in the following subclauses. The following subclauses deal with the application of SPDs in information technology systems inside structures.

7.3.1.2 Selection of SPDs for reducing lightning effects

The action of limiting surges causes energy to be absorbed or reflected by the SPD. SPDs shall be selected in accordance with Table 3 of IEC 61643-21:2012, based on the risk assessment of IEC 62305-2 including details of peak pulse current and waveshape (for example 5 kA 8/20).

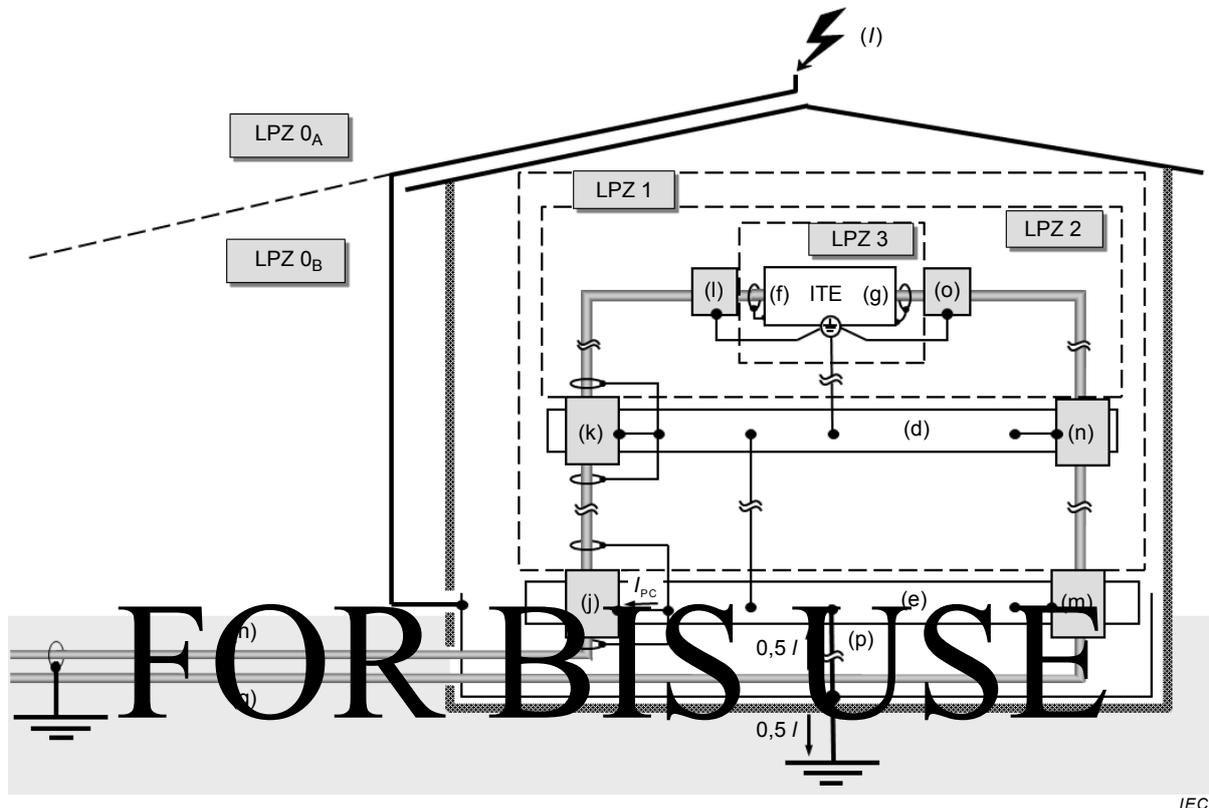
When determining protection measures, protection requirements for each of the various protection locations (see Figure 4) shall be considered. Protection devices should be applied in a cascade arrangement at the zone interfaces (for management of lightning protection zones, consult IEC 62305-4). The zone concept is especially relevant when a physical LPS exists. For example, the first protection level (j, m), located at the entrance of the building, mainly serves to protect the installation against destruction. This protection should be designed and rated for such a threat. The output of this protection has a reduced surge energy that becomes the input to the subsequent downstream protection. The following protection levels (k, l and n, o) further reduce the surge level to a value that is acceptable for subsequent downstream protection or equipment (also see 7.3.1.3).

Figure 4 is an example of a lightning protection concept in accordance to IEC 62305-1.

FOR BIS USE

Depending on the over-voltage/over-current threat levels and SPDs characteristics, a single SPD can be used to protect the equipment within a building. Several protection levels can be determined by means of a combination protection circuit in one SPD. Depending on equipment locations, a single SPD can be used to protect multiple zones within a building.

When cascading SPDs exist, the coordination conditions of Clause 9 should be considered.



Key

- (d) equipotential bonding bar (EBB) at the lightning protection zone (LPZ) boundary
- (e) Main Equipotential Bonding Bar (MEBB)
- (f) information technology/telecommunication port
- (g) power supply port/line
- (h) information technology/telecommunication line or network
- I_{PC} partial surge current of a lightning current
- I direct lightning current according to IEC 62305-1, which causes lightning partial currents I_{PC} within buildings via different coupling paths
- (j), (k), (l) SPD according to Table 3 (see also Table 3 of IEC 61643-21)
- (m, n, o) SPD according to test classes I, II and III of IEC 61643-11
- (p) earthing conductor
- LPZ 0A...3 lightning protection zone 0A ... 3 according to IEC 62305-1

Figure 4 – Example of a configuration of the lightning protection concept

7.3.1.3 Selection of SPDs to reduce transients

SPDs should be selected according to the cascading of the protection zones of 7.3.1.2 and Table 3. (Refer to Clause 9 for coordination.) For this purpose, the protection devices are selected in such a way that the limiting voltage indication U_p for the SPD is lower than the voltage value that has to be observed in the next SPD or ITE, (see Figure 5).

The selection with respect to lightning protection zones in Table 3 assumes that parts of the total lightning current I on the zone interface LPZ0 / LPZ1 are resistively coupled into the information technology system via the SPD (j) (partial lightning current I_{PC}). The resultant lightning wave shape which propagates in the information technology system will be modified by the system wiring and SPD operation. If the protection level of SPD (j) is higher than the equipment resistibility level, then install an additional SPD with an appropriate protection level which is coordinated with SPD (j). Alternatively, replace SPD (j) with an SPD which has a suitable protection level.

Surge currents, which are induced by the electromagnetic effects of a lightning stroke, or by let-through transients of pre-installed limiting installations (SPDs), are represented by the 8/20 current waveform.

Voltages due to strokes close to information technology/telecommunication lines but remote from the ITE connected to these lines are represented with the 10/700 voltage waveform (refer to Table 9 of IEC 61643-21:2012).

Table 3 – Selection aid for rating SPDs for the use in (zone) according to IEC 62305-1

Lightning protection zone IEC 6		LPZ 0/1	LPZ 1/2	LPZ 2/3
Requirements to SPDs (Category from Table 3, IEC 61643-21)	SPD (j)*	D1, D2 B2	---	---
	SPD (k)*	---	C2/B2	---
	SPD (l)*	---	---	q1
* SPD (j), (k) use Figure 4. NOTE The range of surge values indicated under LPZ 2/3 includes typical minimum resistivity requirements and might be implemented into the equipment by market.				

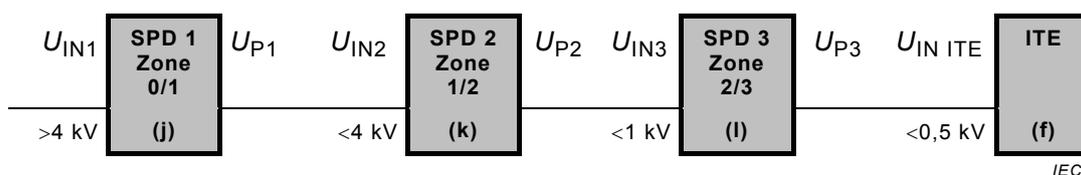


Figure 5 – Example of a configuration according to the zones (Figure 4)

Generally, the number of SPDs needed in order to achieve equipment protection determines the number of LPZ boundaries where SPDs are installed. Equipment protection can also be achieved by using a single SPD which utilizes a combination protection circuit as covered in 7.3.1.1.

The coordination conditions between the cascading protection devices (j) up to SPD 3 (l), according to Clause 9, should be considered.

7.3.1.4 Selection of SPDs for limiting low-frequency surge voltages

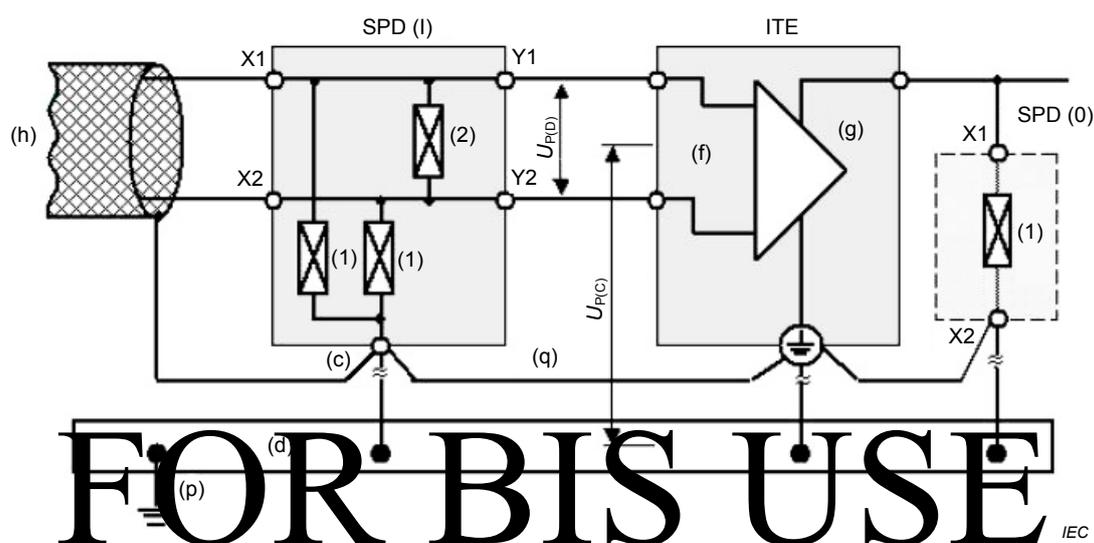
Where telecommunication lines are exposed to over-voltages from power line faults, the voltage of the lines relative to local earth potential should be limited by connecting SPDs between the line conductors and the earth terminal. The terminal equipment dielectric strength should be chosen, taking into account the breakdown voltage of the protective device and the impedance of the protector line to earth connection. Appropriate requirements should be chosen from the product family/product standards, i.e. ITU-T recommendations K.20, K.21

and K.45 [15, 16, 17]. The protection of telecommunication lines from power frequency surges can be achieved by the application of voltage limiting or switching SPDs.

7.3.1.5 Voltage-limiting compatibility of SPDs with respect to the system to be protected

It is important to ensure that the differential and common-mode voltage-limiting specifications of the SPD are matched to the protection requirements of the system (see Figure 6).

To achieve system compatibility, impulse coordination tests on equipment protected by SPDs should be carried out by the equipment manufacturer, as outlined in ITU-T Recommendations K.20, K.21 or K.45.



Key

- (c) joint connection of an SPD, to which generally all common-mode, voltage-limiting surge voltage components refer within the SPD
- (d) equipotential bonding bar (EBB)
- (f) information technology/telecommunication port
- (g) power supply port
- (h) information technology/telecommunication line or network
- (I) SPD according to Table 3 (see also Table 3 of IEC 61643-21)
- (O) SPD for power supply
- (p) earthing conductor
- (q) necessary connection (as short as possible)
- $U_{P(C)}$ common-mode, voltage limited to the protection level
- $U_{P(D)}$ differential mode voltage limited to the protection level
- X1, X2 terminals of an SPD, between which the limiting components (1, 2) are allocated respectively, to which the unprotected side of an SPD is connected
- Y1, Y2 terminals of an SPD on the protected side
- (1) surge voltage protection component according to the IEC 61643-3xx series for limiting common-mode voltages ([3], [5], [6], [7])
- (2) surge voltage protection component according to the IEC 61643-3xx series for limiting differential-mode voltages ([3], [5], [6], [7])

Figure 6 – Example of protection measures against common-mode voltages and differential mode voltages of the data (f) and supply voltage input (g) of an ITE

7.3.2 SPD installation cabling considerations

7.3.2.1 General

The installation should minimize the wiring voltage drop in the leads/connections.

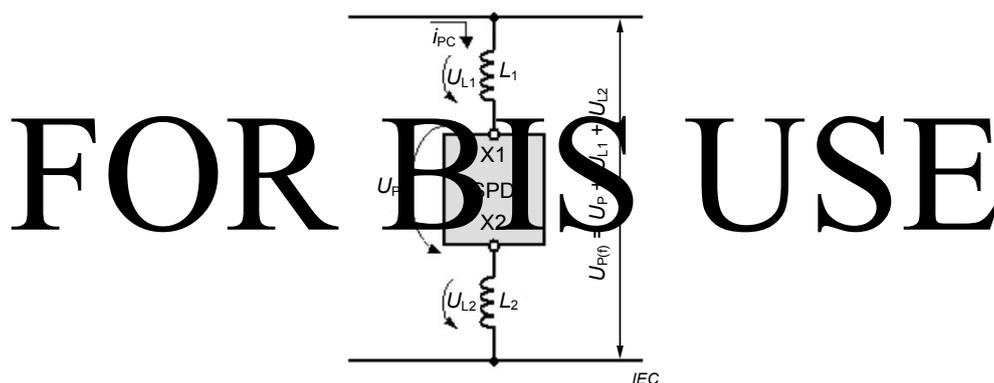
The following measures, together with a low protection level for U_p , make up the basic rules for avoiding any additional voltage rises during the limiting process due to incorrect wiring (coupling, looping, cable inductance), and thus an effective voltage-limiting effect is achieved.

An effective voltage-limiting effect is achieved by

- installing the SPD as close as possible to the equipment (see 7.3.2.3);
- avoiding long leads and minimizing unnecessary bending between the terminals X1, X2 of the SPD (see Figure 7) and where the protection is applied. The allocation corresponding to Figure 8 is optimal.

7.3.2.2 Two-terminal SPD

Figures 7 and 8 represent two possible ways to install a two-terminal SPD. The second installation removes secondary effects of protector lead length.



Key

L_1, L_2 conductor inductance of a lead

U_{L1}, U_{L2} at the allocated inductance "L", normal mode voltages induced by the di/dt of the surge current I_{PC} referred to the total conductor length or a length unit

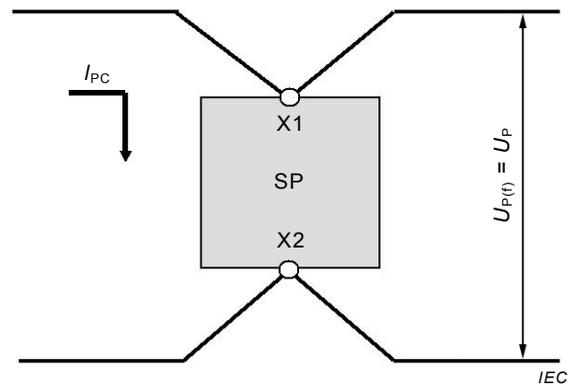
X1, X2 terminals of an SPD, between which the limiting components (1, 2 see Figure 6) are allocated with respect to the unprotected side of an SPD

I_{PC} partial surge current of a lightning current

$U_{p(f)}$ voltage (effective protection level) at the input (f) of the ITE resulting from the protection level U_p and the voltage drop along the connecting conductor between the protection device and the equipment to be protected. It should be noted that U_{L1} and $U_{L2} = 0$ V before the SPD starts conducting and for the switching type SPD, U_p becomes the residual voltage when the SPD starts conducting.

U_p voltage at the output of an SPD (protection level)

Figure 7 – Influence of voltages U_{L1} and U_{L2} on protection level U_p caused by inductance of the leads

**Key**

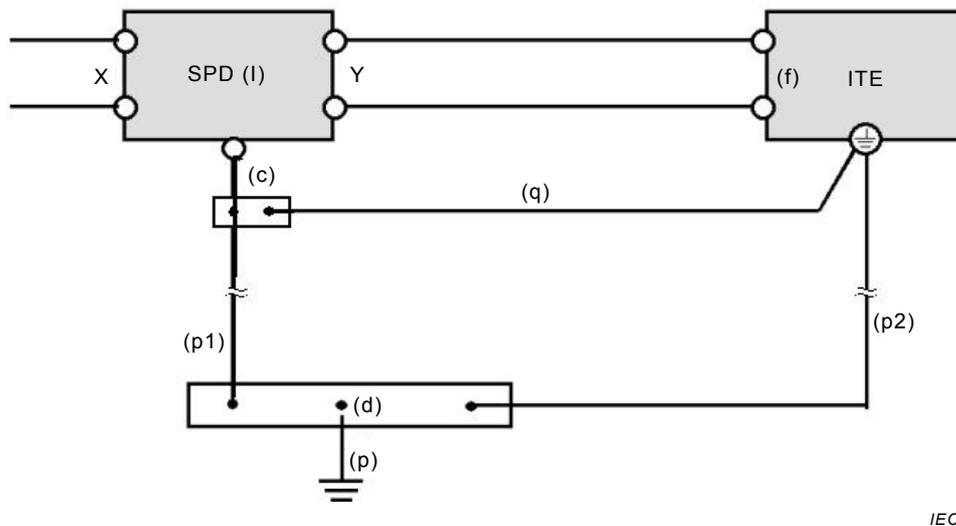
- X1, X2 terminals of an SPD between which the limiting components (see Figure 6) are allocated with respect to the unprotected side of an SPD
- I_{PC} partial surge current of a lightning current
- $U_{P(f)}$ voltage at the input (f) of the equipment to be protected (effective protection level) resulting from the protection level and the connecting line between the protection device and the equipment to be protected
- U_P voltage at the output of an SPD (protection level)

Figure 8 – Removal of the voltages U_{L1} and U_{L2} from the protector unit by connecting leads to a common point

7.3.2.3 Three, five or multi-terminal SPD

An effective voltage-limiting outcome requires a system-specific observation which has to consider various conditions between the protective device and the ITE.

FOR BIS USE



IEC

Key

- (c) common reference termination of an SPD, to which generally all common-mode, voltage-limiting surge voltage components refer within the SPD
- (d) equipotential bonding bar (EBB)
- (f) information technology/telecommunication port
- (I) SPD according to Table 3 (see also Table 3 of IEC 61643-21)
- (p) earthing conductor
- (p1),(p2) earthing conductor (as short as possible). For a remote powered ITE, (p2) may not exist
- (q) necessary connection (as short as possible)
- X, Y terminals of an SPD between which the limiting components (1, 2, see Figure 6) are allocated with respect to the unprotected port of an SPD

Figure 9 – Necessary installation conditions of a three, five or multi-terminal SPD with an ITE for minimizing the interference influences on the protection level

Additional measures:

- Do not run the cable to the protected port together with the cable to the unprotected port.
- Do not run the cable to the protected port together with the earth conductor (p).
- The connection of the protected side of the SPDs to the ITE to be protected shall be made as short as possible, or shielded.

7.3.2.4 Effects of lightning-induced overvoltages on systems inside buildings

Lightning-induced overvoltages can be present inside buildings, coupled into the internal network, by means of mechanisms described in 7.2. These overvoltages are generally common mode, but may also appear as differential mode. Insulation breakdown and/or ITE component failure can occur as a result of these overvoltages.

To limit these effects, SPDs should be installed in accordance with Figure 6.

Other measures that may be taken are as follows:

- equipotential bonding (q) between SPD and ITE to reduce the common mode voltage (see Figure 9);
- use of twisted pair lines to reduce differential mode voltage;
- use of shielded lines to reduce common mode voltage;

- for the calculation basis on various loop configurations, see IEC 62305-4:2010, Annex A.

7.3.3 Comparison between SPD classification of IEC 61643-11 and IEC 61643-21

The selection of the SPD surge current is based on partitioning of lightning current of the services (e.g. power, data, telecommunication) and can be calculated for lightning strikes according to IEC 62305-1:2010, Annex E or based on Table 4.

Table 4 shows an example of the relationship between the test classes and categories of Power- and signalling-SPDs which are installed at the LPZ borders.

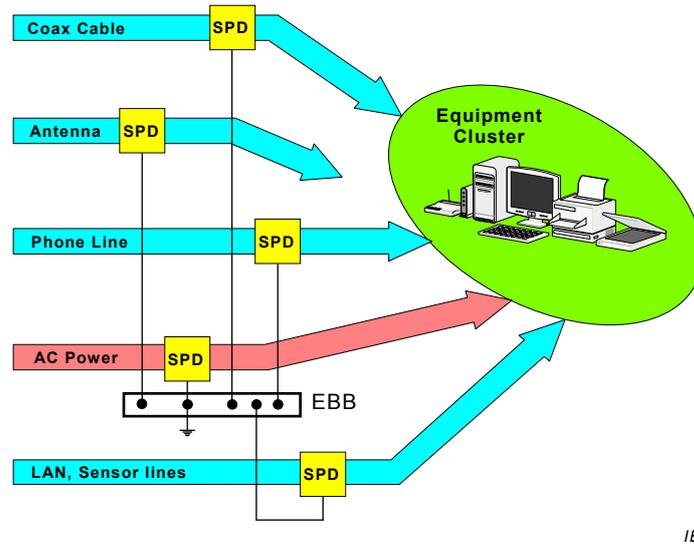
Table 4 – Relationship between SPD classification of IEC 61643-21 and IEC 61643-11

LPZ zones	Category of SPD in acc. to IEC 61643-21	LPZ zones	Test class of SPD in acc. to IEC 61643-11
0/1	D1	0/1	I
1/2	C2	1/2	II
2/3	C1	2/3	III

8 Multiservice surge protective devices

The conventional practice of applying surge protective devices (SPDs) at the building entry point of an AC/DC power or telecommunications service may not be sufficient to protect surge sensitive equipment clusters such as computer workstations and multi-media centers. Internal surges can appear on the signalling cables due to inductive coupling within the building cable-network, SPD current diversion into the learning system, and differences in earthing electrode potential. A multiservice SPD supplements the existing protection by providing local protection to the equipment cluster. Services are routed through the multiservice SPD, which protects the services at the cluster to a common reference point and mitigates circulating surge currents in the cluster earth interconnections.

These devices consist of a combination of protection circuits in a single enclosure for at least two different services, which limits the surge voltages to the equipment and provides equipotential bonding between the different services. The surge voltage protection circuits of combined protective devices shall comply with the requirements of IEC 61643-11 for the power supply circuit, and with IEC 61643-21 for the telecommunications/signalling circuits. Multiservice Surge Protective Device called MSPD.



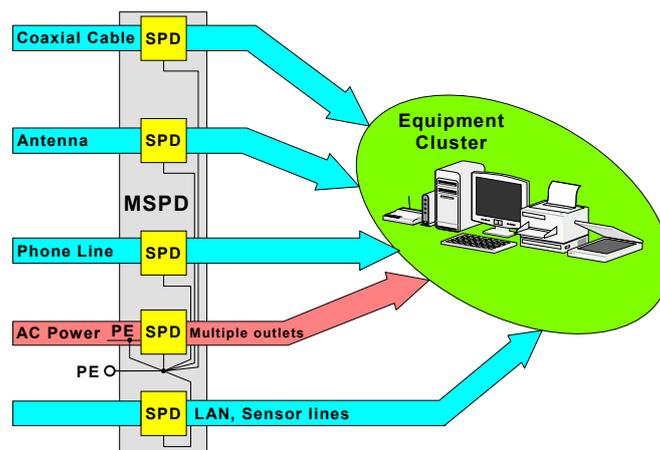
IEC

Figure 10 – Individual SPDs

There can be wiring practices, resulting in magnetically induced surges into the building wiring, ground potential rises and imperfect bonding between the services of power and telecommunications. The MSPD, has been developed to protect equipment and localized equipment clusters from these problems as shown in Figure 11, where the equipment cluster is connected to many services.

FOR BIS USE

A key feature of the MSPD design and construction is the bonding between SPDs for the individual services. This minimizes the voltage differences between the services, see Figure 11.



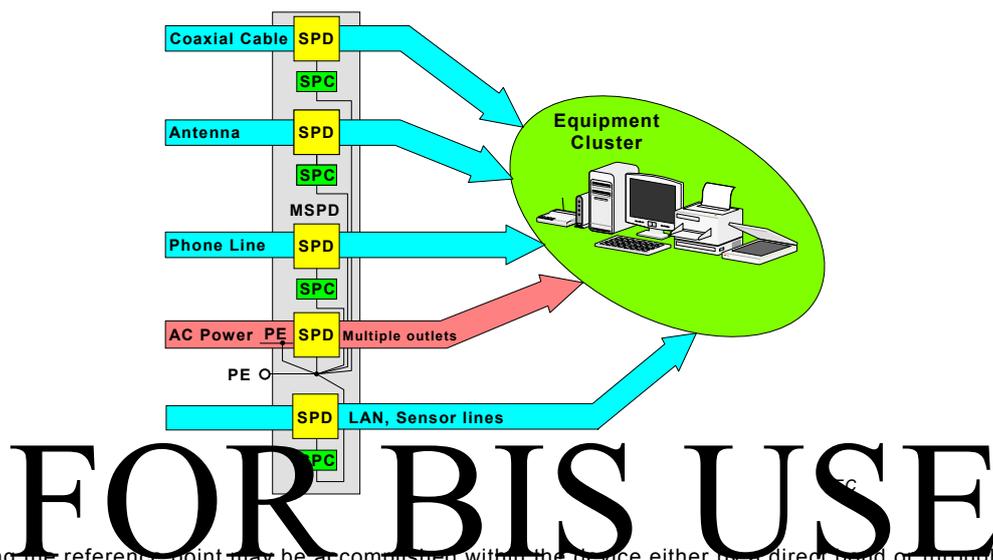
IEC

Figure 11 – MSPD with PE connection option

Depending on the application an earthing terminal might be necessary.

MSPD bonding verification consists of applying a surge between the individual services, their grounds or both, then measuring the ground current let-through on the protected side of the MSPD.

Sharing the reference point may be accomplished within the device either by a direct bond, Figure 11, or through a suitable component, Figure 12, such as an SPC (surge protective component) which maintains isolation during normal conditions but provides an effective bond during the occurrence of a surge in one or both systems. These SPCs may be incorporated in the SPD.



a Sharing the reference point may be accomplished within the device either by a direct bond or through a suitable device, such as an SPD which maintains isolation during normal conditions but provides an effective bond during the occurrence of a surge in one or both systems.

Figure 12 – MSPD with transient bonding SPCs to PE terminals

Sharing the reference point may be accomplished within the device either by a direct bond or through a suitable device, such as an SPD which maintains isolation during normal conditions but provides an effective bond during the occurrence of a surge in one or both systems.

The MSPD shall be located close to the equipment to be protected (Computer, Telephone etc.). In accordance with IEC 62305 they will be used in LPZ 1-2 or LPZ 2-3. Therefore the MSPD will not be designed to handle direct lightning currents which will occur in Zone 0-1. Table 5 shows the relationship between LPZ and the requested test categories of MSPDs.

Table 5 – Relationship between LPZ and the requested test categories of MSPDs

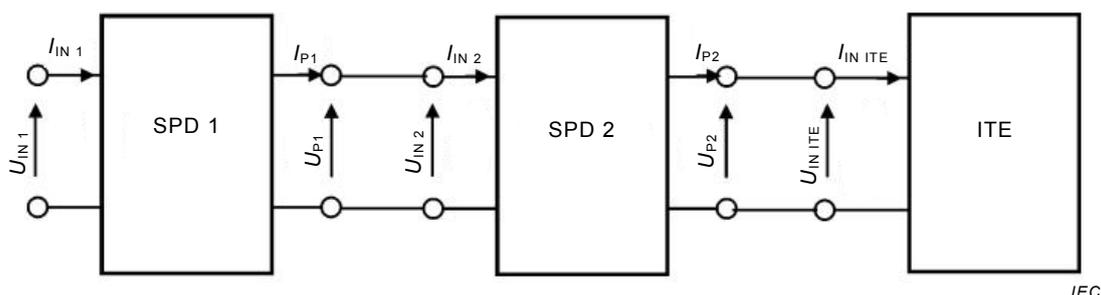
Lightning protection zone	Test Category of SPDs in acc. to IEC 61643-21	Test class of SPDs in acc. to IEC 61643-11
LPZ 0/1	Not applicable	Not applicable
LPZ 1/2	C2	II
LPZ 2/3	C1	III

In addition to the voltage limiting function of the mains- and data-port the MSPD has to fulfil the transmission and installation properties of the communication / data interface which it supports.

9 Coordination of SPDs/ITE

To ensure that two cascaded SPDs or an SPD and an ITE to be protected are coordinated during overvoltage conditions, the output protective levels from SPD 1 shall not exceed the input resistibility levels of SPD 2 or the ITE for all known and rated conditions.

The coordination of two cascaded SPDs is achieved if the following criteria are fulfilled: $U_p < U_{IN}$ and $I_p < I_{IN}$ (Figure 13). If these coordination conditions are not achieved, a coordination may be realized via a decoupling element which might have to be determined by a measurement.



Key

$U_{IN2}; U_{IN ITE}$ open-circuit voltage of the generator used for resistibility verification

$I_{IN2}; I_{IN ITE}$ short-circuit current of the generator used for resistibility verification

U_p voltage protective level

I_p let-through current

FOR BIS USE

NOTE In the case of one port SPDs an additional voltage drop on the shunt connected leads should be considered.

Figure 13 – Coordination of two SPDs

In the case of one port SPDs an additional voltage drop on the shunt connected leads should be considered. An example in IEC 61643-12 covers this by reducing U_w (voltage withstand) by 20 %.

Since an SPD contains at least one non-linear voltage limiting device, the protective open-circuit output voltage will be a distorted version of the applied (open-circuit) overvoltage from the test generator. This makes a general statement regarding a “blackbox” SPD coordination difficult. It is safest to use SPDs recommended by the manufacturer. The manufacturer is able to evaluate how coordination can be achieved or can be determined by testing. To coordinate SPDs with ITE the requirements/information/test reports of the ITE manufacturers will be required.

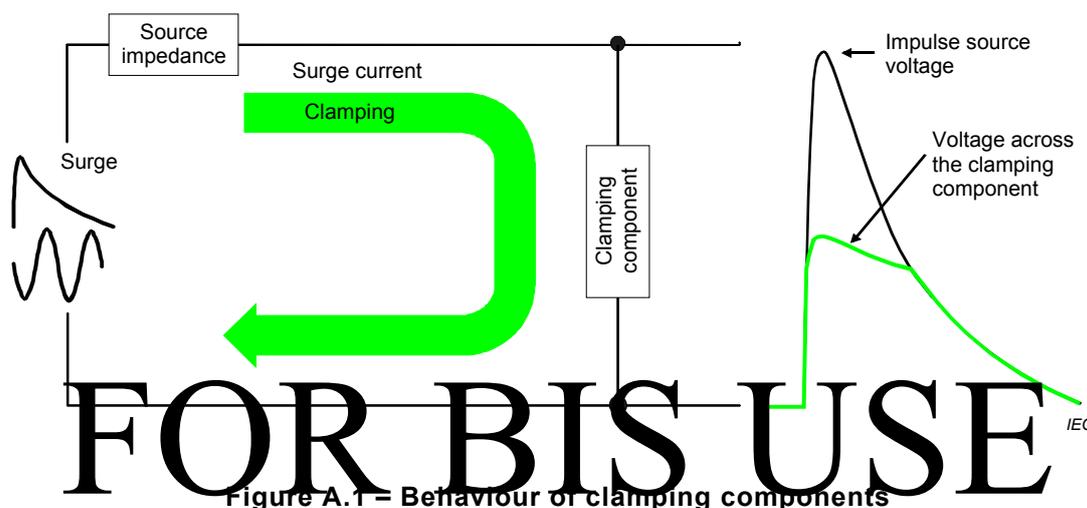
Annex A (informative)

Voltage-limiting components

A.1 Clamping components

A.1.1 General

These shunt-connected clamping components are non-linear elements that limit overvoltages that exceed a given voltage by providing a low impedance path to divert currents (Figure A.1).



A.1.2 Metal oxide varistor (MOV)

An MOV is a non-linear resistor made from metal oxides. Over most of the voltage-limiting range, the MOV voltage increases non-linearly with increasing current. At the highest current levels, the material bulk resistance predominates, making its characteristic practically linear.

MOV components are available with U_c voltages of about 5 V and upwards, usually with a tolerance of about $\pm 10\%$. Under high impulse current conditions, the MOV limiting voltage can increase significantly. This can help in coordination of cascaded SPDs, but the downstream equipment may be exposed to high-voltage levels.

The MOV has a short response time, making it suitable for limiting fast transient voltages. It also has a high thermal capacity and can dissipate quite high amounts of energy. Exposure to many rated current impulses or to a few exceeding the component rating will degrade the MOV. This degradation causes a decrease of U_c and shall be taken into account in the application of these components.

MOV components exhibit high capacitance. This characteristic will limit its use in some high-frequency applications.

A.1.3 Silicon semi-conductors

A.1.3.1 General

These components are formed from single or multiple PN junctions.

Generally, these components have a relatively low energy handling capability and are temperature sensitive. They are used where a rapid voltage-limiting capability is required and they can provide voltage-limiting values of 1 V and upwards.

A.1.3.2 Forward biased PN junction

A forward biased PN has a forward voltage (V_f) of about 0,5 V. Over most of the voltage-limiting range, the diode current increases rapidly with increasing applied voltage. Under high current conditions, the forward voltage V_f may increase to 10 V or higher.

Under rapidly rising applied voltage conditions, the diode may exhibit some voltage overshoot. This overshoot (forward recovery voltage, V_{frm}) may be greater than the high current forward voltage. In the forward biased polarity, the diode has a relatively high capacitance. This capacitance is dependent on the signal and DC bias levels. If the diode is used with reverse bias, the capacitance is decreased. Assemblies of these components connected in series for higher operating voltage will also have significantly reduced capacitance because of the series connection.

A.1.3.3 Avalanche breakdown component (ABD)

ABDs are reversed bias PN junctions, with threshold or breakdown voltages ranging from about 7 V upwards. Over most of its operating current range, the typical ABD terminal voltage changes little with current.

The ABD has a very short response time, making it suitable for limiting rapidly rising transient voltages. The capacitance of an ABD is inversely proportional to the breakdown voltage and is also inversely proportional to the applied voltage, either from signal or d.c. operating voltage.

The single junction ABD is unidirectional. To make a bi-directional component, a second, reverse-poled ABD is connected in series with the first. In either polarity, the component acts as an avalanche ABD in series with a forward biased diode. These two components can be integrated into a single NPN or PNP structure in chip form.

A.1.3.4 Zener diode

Reverse biased PN junctions in Zener breakdown have breakdown voltages of approximately 2,5 V to 5,0 V. Unlike the ABD, the Zener terminal voltage increases considerably with current. This increase may be as high as twice the breakdown voltage.

A.1.3.5 Punch-through diode

Punch-through diodes are NPN or PNP structures. They utilize the widening of the centre region depletion layer with increasing applied voltage to achieve conductivity between the space charge regions of the two PN junctions. Breakdown voltages as low as 1 V are possible. The punch-through diode was introduced as a low voltage, low capacitance replacement for Zener diodes.

A.1.3.6 Foldback diode

Foldback diodes are NPN or PNP structures that utilize transistor action to create a re-entrant or "foldback" voltage-limiting characteristic. Once the breakdown voltage is reached, the terminal voltage rapidly drops with increasing current to approximately 60 % of the breakdown voltage. Higher currents will cause the voltage to increase. Compared to an ABD with the same breakdown voltage, the foldback has a lower limiting voltage.

The amount of "foldback" is dependent on the breakdown voltage. For 10 V components, the amount of foldback is very small.

A.2 Switching components

A.2.1 General

These shunt-connected switching components are non-linear elements that limit overvoltages that exceed a given voltage by providing a low impedance path to divert currents (Figure A.2).

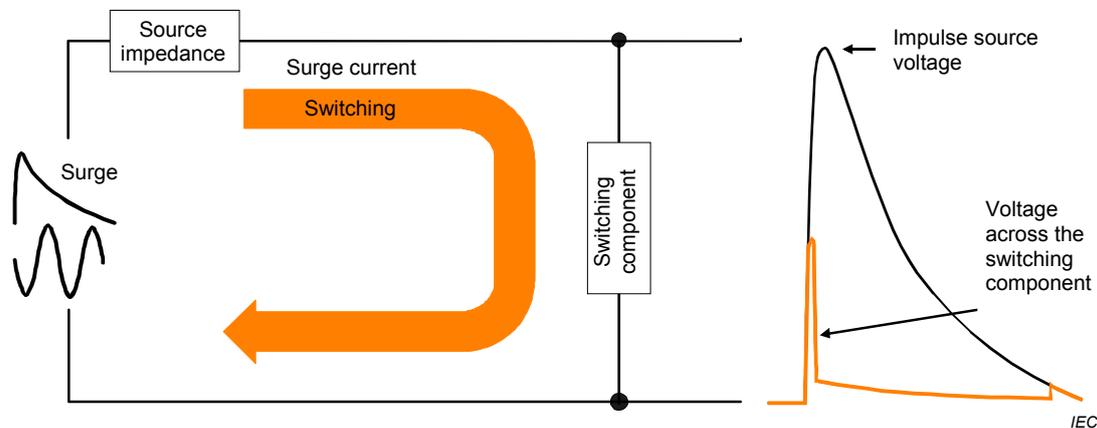


Figure A.2 – Behaviour of switching components

A.2.2 Gas discharge tube (GDT)

Gas discharge tubes consist of two or more metal electrodes separated by a gap of the order of 1 mm or less and held by a ceramic or glass cylinder. Noble gas mixture at pressures above and below atmospheric fill the interior. When a slowly rising voltage across the gap reaches a value determined primarily by the electrode spacing, gas pressure and gas mixture, an ionization process begins. This process rapidly leads to the formation of an arc between the electrodes with the residual voltage across the component dropping to a value typically less than 30 V. The voltage at which this process occurs is defined as the sparkover (breakdown) voltage of the component.

If the applied voltage (e.g. transient) rises rapidly, the time taken for the ionization/arc formation process may allow the transient voltage to exceed the value required for breakdown in the previous paragraph. This voltage is defined as the impulse breakdown voltage and is generally a positive function of the rate-of-rise of the applied voltage (transient).

Because of their switching action and rugged construction, gas tubes exceed other components in current-carrying capability. Many types of gas tubes can easily carry surge currents as high as 10 kA peak, 8/20 surges.

The construction of gas discharge tubes is such that they have very low capacitance, generally less than 2 pF. This allows their use in many high-frequency circuit applications.

When GDTs (gas discharge tubes) operate, they may generate high-frequency radiation which can influence sensitive electronics. It is therefore wise to place GDT circuits at a certain distance from the electronics. The distance depends on the sensitivity of the electronics and how well the electronics are shielded. Another method to avoid the effect is to place the GDT in a shielded enclosure.

A.2.3 Air gaps

These components are similar to gas discharge tubes in their operation. The difference lie in their construction and the fact that, as their name implies, ambient air is the gas that separates the electrodes. Construction differences include a much smaller gap, generally of the order of 0,1 mm, and carbon rather than metal electrodes. Dust and moisture from the

ambient air and graphite dust resulting from the arcing process combine to quickly reduce the useful life of these components. Also, dust particles can actually bridge the gap resulting in a variable resistance that may make a noisy line in telecom applications.

Since atmospheric pressure air is used as the gas dielectric, the lowest practical breakdown voltage for these components is typically 350 V. This compares with about 70 V for gas discharge tubes. Because of the small gap length, however, the impulse ratio or ratio of impulse breakdown to breakdown voltage is lower for air gaps than for gas discharge tubes. Millions of these components are in use today and are still being produced in some quantity.

A.2.4 Thyristor surge suppressor (TSS) – Fixed voltage types (self-gating)

A fixed voltage thyristor surge suppressor (TSS) utilizes the breakdown voltage of the inner NP junction to set the threshold voltage (see A.1.3.3, A.1.3.4 and A.1.3.6). This voltage is set during TSS manufacture. Above a certain breakdown current, the NPNP structure regenerates and switches to a low-voltage condition. The peak value of breakdown voltage is called the breakover voltage ($V_{(BO)}$). For the TSS to switch off, the current provided by the protected system must be below the TSS holding current parameter. All the TSS parameters are temperature sensitive and this should be taken into consideration when applying SPDs using this technology.

Bi-directional TSS components can be symmetrical or asymmetrical. Unidirectional TSS components will only switch in one polarity. In the other polarity, the TSS may block current flow or conduct large current if a diode (PN junction) has been integrated in parallel. These unidirectional types provide benefits for certain applications.

The multiple PN junctions of the TSS do reduce the overall capacitance value in the tens to hundreds of picofarads are common. As with all PN junction devices, the capacitance is dependent on d.c. bias and signal amplitude. The breakdown voltage is dependent on current rise. A power frequency voltage is used to determine the slow rate breakover voltage. Under fast rates of rise, the impulse breakover voltage may be 10 % to 20 % higher.

When the TSS operates, it may generate high-frequency oscillation, which can influence sensitive electronics. Care should be taken when applying this type of protection to minimize coupling into adjacent electronics.

A.2.5 Thyristor surge suppressor (TSS) – Gated types

A voltage-controlled TSS uses a gate connection to the central P or N regions of the NPNP structure. Connecting the gate to an external reference sets the TSS threshold voltage to a similar value. This form of TSS is used where it is desirable to limit the overvoltage close to the external reference value. The external reference may be the supply voltage of the equipment electronics. P-gate types provide negative voltage protection and N-gate types provide positive voltage protection. Bi-directional and unidirectional components are available.

Annex B (informative)

Current-limiting components

B.1 General

There are two types of current limiter; non-resetting (B.2), requiring manual intervention or power-down to restore system operation, and self-resetting (B.3), which reverts to its non-operating state either almost immediately after overcurrent stops or after a certain time period.

B.2 Non-resetting current limiters

B.2.1 General

These current limiters can be two-terminal series components, which interrupt the circuit current flow (B.2.1), or three-terminal components that divert the current away from the protected circuit (B.2.2)

B.2.2 Series current-interrupting components

B.2.2.1 General

These components are series elements which normally conduct the circuit current. An overcurrent condition causes the components to open the circuit, interrupting the current flow, as shown in Figure B.1. Surges or protected load must provide a low impedance path in order for the series current limiter to function.

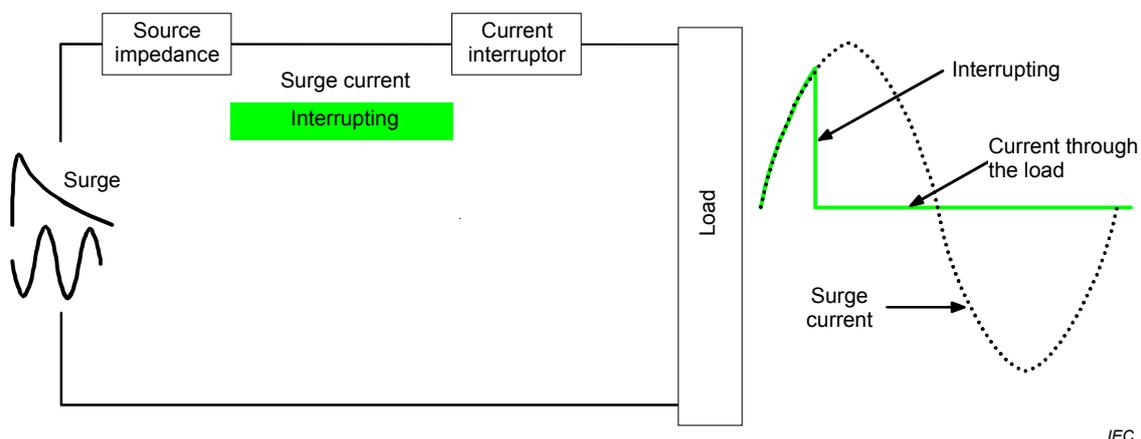


Figure B.1 – Behaviour of current interrupting components

B.2.2.2 Fusible resistor

B.2.2.2.1 General

These components are linear resistors which incorporate an overcurrent fusing function. The fusing function may be directly incorporated in the resistor technology or as a separate element integrated with the component. The overcurrent causes component overheating and the resultant temperature rise causes an open circuit.

B.2.2.2.2 Thick film resistors

These components are made by depositing resistive tracks onto a ceramic substrate. Laser trimming is used for accurate adjustment of the resistance values. In some cases, one side of the substrate may have two power resistors, matched for balanced line applications, and the other side may have an array of resistors for other system applications.

The layout and thermal mass of thick film resistors means that the resistance is insensitive to impulse energies. These components are used primarily to provide current interruption under long-term a.c. overcurrent conditions. They are sometimes termed pulse-absorbing resistors.

The heat developed under a.c. overcurrent conditions causes a severe thermal gradient in the ceramic substrate. If the gradient becomes excessive, the substrate fragments, breaking the resistive tracks interrupting the current flow.

In some cases, a series solder alloy thermal fuse link is added to reduce the long-term fusing low-current characteristic.

B.2.2.2.3 Wirewound fusible resistors

These components are wirewound resistors, often non-inductively wound, which incorporate a fuse or a solderable spring or link.

B.2.2.3 Fuses

Fuses are self-acting break elements for protection of electrical circuits against overcurrent. The current flow is interrupted by the melting of the fuse wire in which the current flows.

B.2.2.4 Thermal fuses

These components are sometimes known as thermal cut-out devices (TCO). They provide protection against overload by interrupting the current due to ambient temperature increases. They can be found in non-resetting and resetting types.

B.2.3 Shunt current-diverting limiters

B.2.3.1 General

Operation of these components effectively places a short across the load, as shown in Figure B.2. Operation occurs due to temperature rise of the component or load-current sensing.

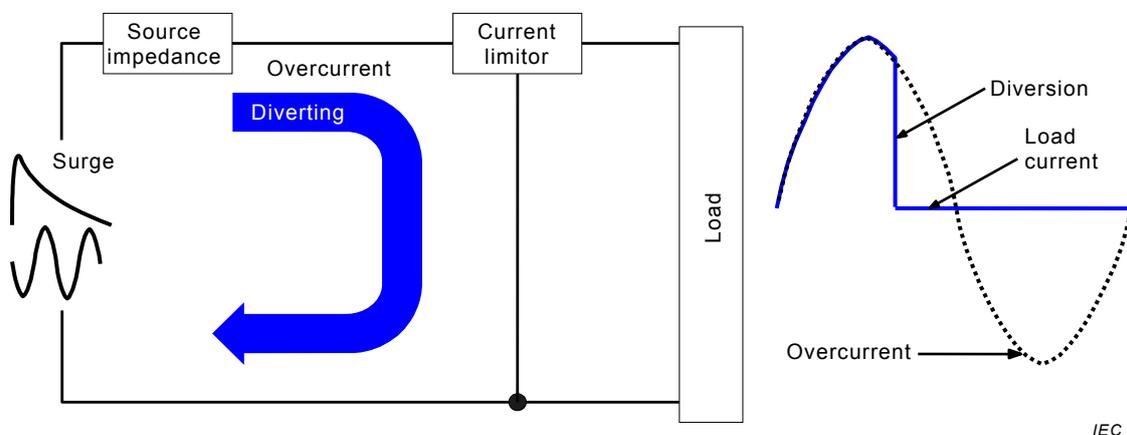


Figure B.2 – Behaviour of current-diverting component

B.2.3.2 Heat coils

Heat coils are thermally activated mechanical components with normally a series and shunt connection on the line being protected. Their function is to divert current at the circuit connection point, thereby preventing this current from flowing through the protected equipment, as shown in Figure B.3. Normally they are constructed using a grounding contact held in its non-operative position by solder. A heat source, generally a coil of resistance wire and a spring, force the grounding contact to ground when the solder melts.

The source of heat is the unwanted line current flowing through the coil of resistance wire. The resistance of communication-type heat coils is typically $4,0 \Omega$, with a range between $0,4 \Omega$ and 21Ω . The contact arrangement is such that once the heat coil contacts are closed (operated) the current flows to earth directly and bypasses the coils.

Heat coils are normally single-operating component. There is no means to restore the line to its operating state other than the replacement of the item containing the heat coil. Heat coils have been designed that are manually resettable, not requiring replacement of the SPD. Their use is generally restricted for application in areas where induced currents from 50 Hz or 60 Hz power systems are frequent.

It is also possible to construct current-interrupting heat coils, which open circuit as a result of overcurrent.

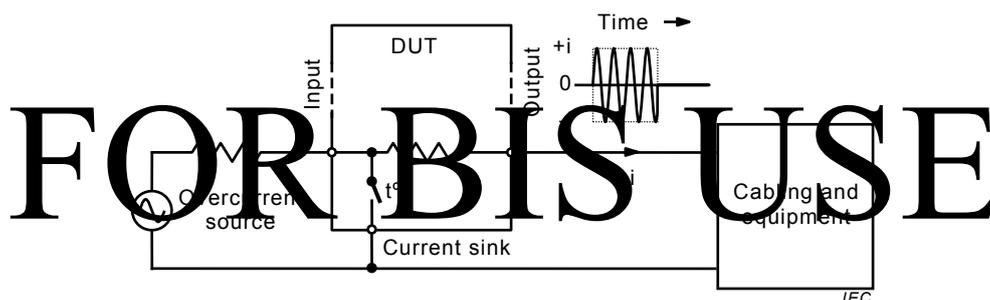


Figure B.3 – Thermally operated (heat coil) three-terminal shunt current limiter

B.2.3.3 Thermal Switch

These switches are thermally activated mechanical components mounted on the voltage-limiting component (normally a GDT). They are typically non-resetting components. There are three common activation technologies: melting plastic insulator, melting solder pellet or a disconnect device.

Melting occurs as a result of the temperature rise of the voltage-limiting components thermal overload condition, when exposed to a continuous current flow. When the switch operates, it shorts out the voltage-limiting components, typically to ground, and, conducts the surge current previously flowing through the voltage-limiting component.

- A plastic-melting based switch, consists of a spring with a plastic insulator that separates the spring contact from the leads of the voltage-limiting component. When the plastic melts, the spring contacts all leads and shorts out the voltage-limiting component.
- A solder pellet-melting based switch, consists of a spring mechanism that separates the line conductor(s) from the ground conductor by a solder pellet. In the event of a thermal overload condition the solder pellet melts and shorts out the voltage-limiting component.
- A disconnect switch typically uses a spring assembly that is held in the open position by a soldered connection and will short out the voltage-limiting component when its switching temperature is reached. When the solder melts, the switch is released and shorts out the voltage limiting component.

B.3 Self-resetting current limiters

B.3.1 General

These current limiters can be two-terminal series components, which interrupt the circuit current flow (B.3.2.1), or three-terminal components that divert the current away from the protected circuit (B.3.2.2)

B.3.2 Series current-reducing components

B.3.2.1 General

These components are series elements, which normally conduct the circuit current. An overcurrent condition causes the components to increase their resistance, thus reducing the current flow.

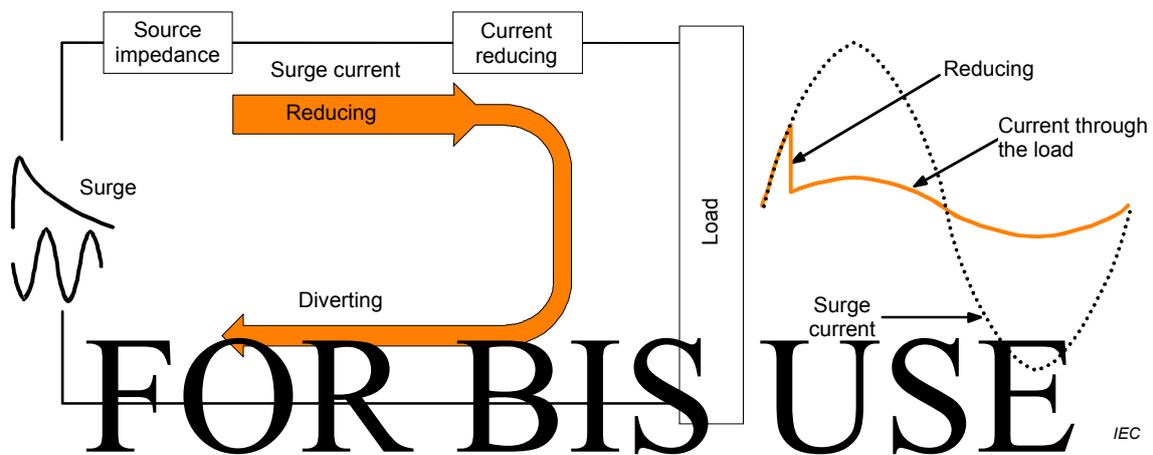


Figure B.4 – Behaviour of current-reducing components (thermally operated type)

B.3.2.2 Thermally operated series current-reducing limiters

B.3.2.2.1 General

Positive temperature coefficient thermistors (PTCs), are commonly used as current-reducing components, as shown in Figure B.5. A PTC is a resistive element, which undergoes a resistance increase of many orders of magnitude (tripping) when its body temperature is increased beyond a specific trip temperature (typically 130 °C). On cooling down to a reference temperature (normally 25 °C) the PTC resistance is reduced to a value similar to that before tripping. PTCs are normally used in the directly (internally) heated mode; circuit current flow through the PTC causes device heating and temperature rise. The heating from impulse currents is usually too small to cause PTC tripping. Higher values of current will give shorter times for tripping to occur (PTC response time). When tripped, the high PTC resistance reduces the circuit current to a low value. If the power source has sufficient voltage, the PTC will stay in a high voltage, low current tripped condition. When the disturbing voltage stops, the PTC will cool and revert to a low resistance value. PTCs are rated for maximum (untripped) inrush current and a (tripped) voltage, beyond which the PTC may be damaged.

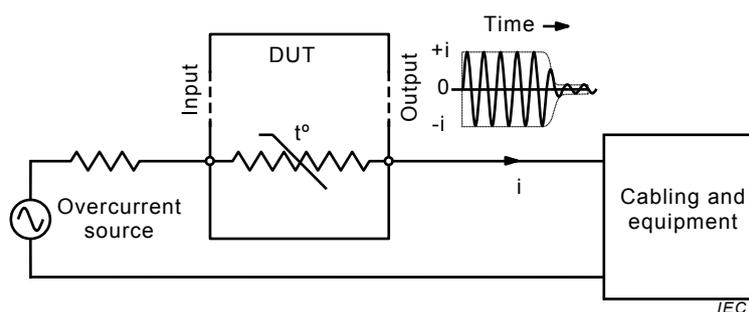


Figure B.5 – Thermally operated (PTC thermistor) two-terminal series current limiting component

B.3.2.2.2 Polymer PTC

These PTCs are typically made from a polymer mixed with a conductive material, normally graphite. They are typically available in resistance values from $0,01 \Omega$ to $10,0 \Omega$. The untripped resistance value is reasonably constant with temperature. After tripping and cooling, the resistance may be 10 % to 20 % higher than the original value. Unmatched PTC resistance changes after tripping can cause an imbalance in telecommunication systems.

Polymer PTCs have a lower thermal capacity than ceramic PTCs. This tends to give them shorter tripping times.

B.3.2.2.3 Ceramic PTC

These PTCs are typically made from ferroelectric semi-conductor materials and are generally available in resistance values from 1Ω to 5Ω . Over most of the untripped temperature range, the resistance slightly decreases with increasing temperature. After tripping and cooling, the resistance returns to a value close to the original value, making matched ceramic PTCs suitable for balanced line applications.

Under impulse conditions the ceramic PTC effective resistance decreases with voltage level, possibly by 70 % of the zero current value.

B.3.2.3 Electronic current limiters (ECL)

These series-connected electronic components have a low resistance for current levels up to a threshold current after which it transitions to a high resistance state. In operation the peak let-through current is the threshold current, as shown in Figure B.6. Current flows in the circuit until the threshold current level is reached. Under a.c. conditions the current consists of current pulses around the zero crossings. Being current, rather than temperature sensitive, ECLs will limit lightning surge currents as well as power frequency currents for low impedance loads. Unlike PTC thermistors, very little power is required to hold the ECL in the high resistance condition. Being electronic, the component characteristics are not affected by multiple surges, provided the maximum voltage rating is not exceeded. The rapid response time allows the automatic coordination of cascaded SPDs and SPD to ITE under impulse and a.c. surge conditions.

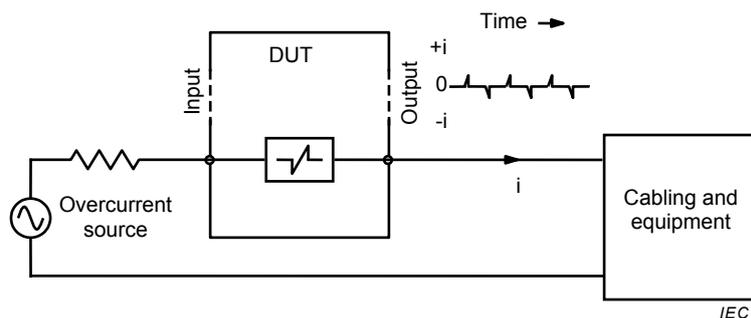


Figure B.6 – Two-terminal series electronic current limiting component

B.3.3 Shunt current-diverting components

B.3.3.1 General

Operation of these self-resetting components effectively places a short across the circuit. Operation occurs when the circuit current exceeds a predetermined threshold level.

B.3.3.2 Electronic Current-triggered limiting components

A TRIAC-type thyristor has sufficient speed to be effective under a.c. conditions. To rapidly respond to lightning type surges a parallel combination of P-gate and N-gate thyristors is required. The gate and its adjacent protection terminal are connected in series with the circuit, making the circuit current flow through the gate. Switching and resultant current diversion occurs when the circuit current exceeds the gate-current triggering value, as shown in Figure B.7. Current flows to the protected item until the threshold current level is exceeded. Under a.c. conditions the protected item current consists of current pulses around the zero crossings. The potential difference across the gate and adjacent protection terminal is about 0,6 V at the trigger current value.

In practice, the gate current trigger value may be lower than the normal circuit current. To avoid premature triggering, the circuit current for switching can be increased by bypassing some current through a low value resistor (usually 1 Ω to 10 Ω) connected across the gate and appropriate main terminal.

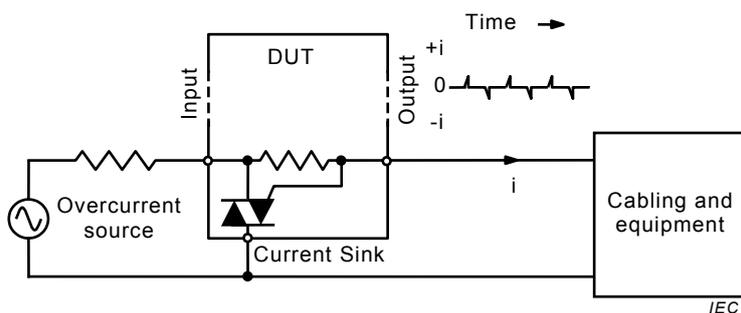


Figure B.7 – Electronic (gated bidirectional thyristor) three-terminal shunt current limiting component

Annex C (informative)

Risk management

C.1 Risk due to lightning discharges

C.1.1 Risk assessment

The risk assessment of possible damage due to lightning consists of assessment of the following quantities related to the location under consideration:

- lightning flash density;
- earth resistivity;
- nature of installation (buried, aerial, shielded or unshielded cable);
- resistibility of equipment to be protected.

Completion of this assessment will determine whether or not protective measures, e.g. SPDs, are required.

Loss of telecommunications service may occur due to one or more of the following:

- damage to the telecommunication line
- damage to the telecommunication network equipment
- damage to telecommunication equipment installed in structures (both network operator and customer owned equipment)

If they are, the selection of these measures will be based on the information gained as well as initial and maintenance cost. Further information and calculation methods are mentioned in the bibliography.

C.1.2 Risk analysis

C.1.2.1 General

The purpose of a risk analysis is to reduce the expected risk of loss of service (R'_2) due to lightning to a value which is equal to or lower than the tolerable risk of damages (R_T) (see ITU-T K.72 [30]).

However, if $R'_2 > R_T$, protective measures are required in order to reduce R_p .

The risks of damage are those caused to telecommunication and signal lines (e.g. insulation breakdown) and connected equipment:

R'_V : Risk component related to direct lightning flashes to telecommunication network causing physical damage of telecommunication line due to mechanical and thermal effects of lightning current.

R'_Z : Risk component related to indirect flashes near the telecommunication line entering the structure or near the structure causing failure of line insulation caused by overvoltages induced on telecommunication lines.

R'_B : Risk component related to direct lightning flashes to the structure, to which the telecommunication network is connected causing failure of line insulation caused by overvoltages or by thermal effects of lightning current flowing along the line.

The expected risk of loss of service, R'_2 , in a telecommunication network is given by the following equation:

$$R'_2 = R'_V + R'_B + R'_Z$$

The evaluation of need for protection is done by the comparison of the risk R'_2 with the tolerable risk R_T with the sum of the estimated expected frequencies of damages per year and the expected downtime of service in hours for the customer.

Risk evaluation deals with the risk of damage to the cables, such as perforation of the insulation or melting of conductors, and/or damage to the equipment connected to the cables which causes interruption or degradation of service below acceptable limits.

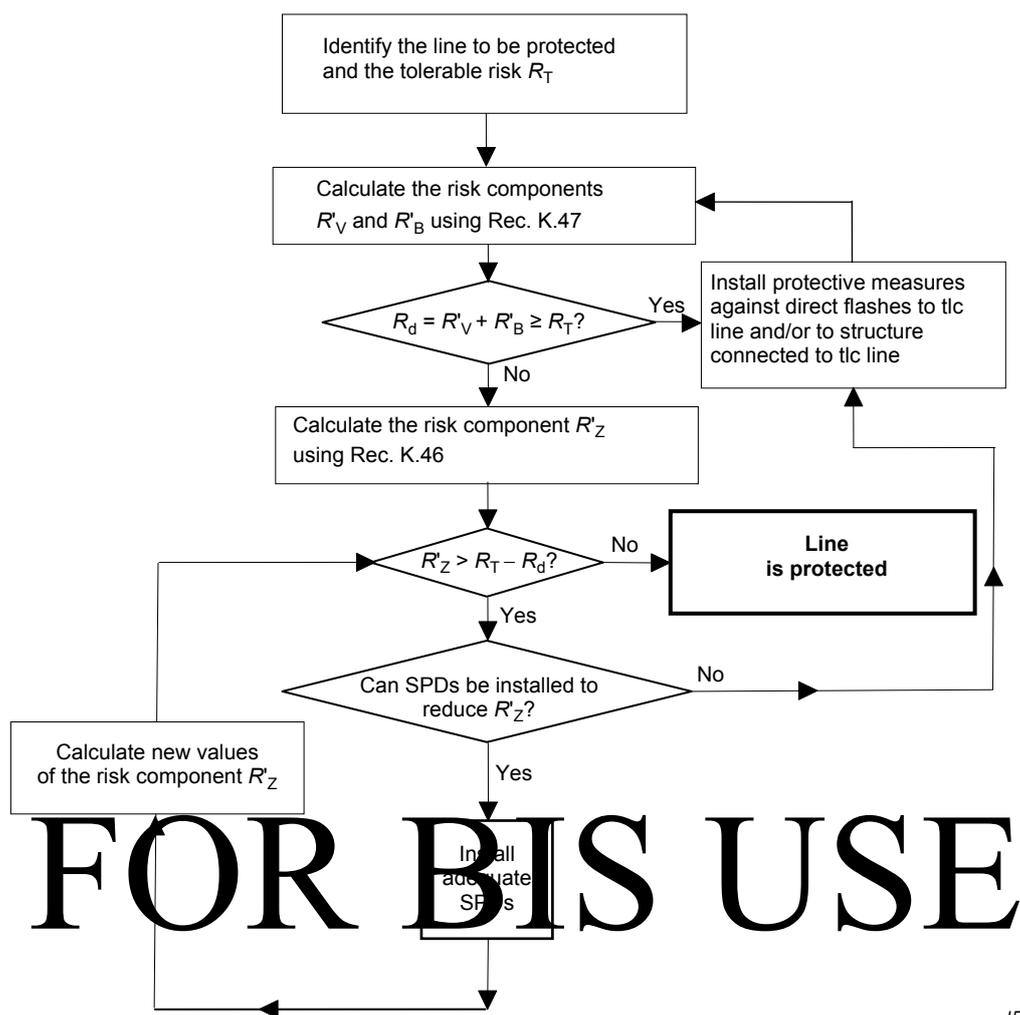
C.1.2.2 Risk criteria

Minimum resistibility characteristics of the cables and the connected equipment shall be assumed as risk criteria.

- The minimum cable resistibility between any two metallic conductors is assumed to be the following:
 - 1,5 kV for a paper insulated cable;
 - 5 kV for a plastic insulated cable, which includes terminal blocks.
- Equipment connected at the ends of or installed along telecommunication or signal lines is expected to withstand the following minimum impulse common mode overvoltages:
 - 1 kV 10/700, as required by ITU-T Rec. K.20 for equipment at the telecommunication centre end;
 - 1,5 kV 10/700, as required by ITU-T Rec. K.21 and K.45 equipment at the subscriber's building end or along the line.
- In other cases (signalling networks), the applicable EMC standard (IEC 61000-4-5) shall be used.

C.1.2.3 Evaluating procedure

A procedure that may be followed to evaluate the need for protection is shown in Figure C.1.



IEC

Figure C.1 – Risk evaluation procedure

C.1.3 Risk treatment

For telecommunications or signal lines, the following protective measures, which can also be combined, are considered:

- use of surge protective devices (SPD);
- installation of buried cables instead of aerial cables, i.e. to improve the installation factor of the different line sections;
- shielding, i.e. to improve the shielding factor of the line. Select shielded instead of unshielded cable, replace cables that have reduced shielding factors;
- increased cable resistibility, e.g. choice of cable with plastic-insulated conductors instead of cable with paper-insulated conductors, in combination with the use of SPD;
- route redundancy.

Use of the above-mentioned protective measures reduces the risk of damage:

- to the cable insulation;
- to equipment connected to the telecommunication or signal line.

When the cable types and the installation conditions of the different line sections cannot be changed, the use of SPDs are the only available method to protect the equipment.

C.2 Risk due to power line faults

C.2.1 General

The risk of overvoltages in telecommunications and signalling networks due to fault conditions in power line systems (power supply and traction systems) is dependent on

- distance from the telecommunications or signal line to the line of the power system,
- earth resistivity,
- voltage level and type of power system.

Earth faults in power systems cause large unbalanced currents to flow along the power line, inducing overvoltages into adjacent telecommunications or signal lines which follow a parallel course. The overvoltages may rise to several kilovolts and have durations of 200 ms to 1 000 ms (occasionally even longer) according to the fault-clearing system used on the power line. Calculation methods for overvoltages due to power line faults are given in IEC 61643-12 Ed.1.0 Annex E.

C.2.2 AC power systems

Exact calculation for fault conditions in a.c. overhead power systems are not necessary when both conditions of Table C.1 are fulfilled.

Table C.1 – AC overhead power systems

Environment	Earth resistivity Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\ 000$	$> 3\ 000$
Rural	$> 3\ 000$	$> 10\ 000$
Urban	$\leq 3\ 000$	> 300
Urban	$> 3\ 000$	$> 1\ 000$

Exact calculation for fault conditions in a.c. underground electric cables are not necessary when both conditions of Table C.2 are fulfilled.

Table C.2 – AC underground electric cables

Environment	Earth resistivity Ωm	Distance m
Rural	≤ 3000	> 10
Rural	$> 3\ 000$	> 100
Urban	n.a.	> 1

C.2.3 DC power systems

Exact calculation for fault conditions in d.c. overhead power systems are not necessary when both conditions of Table C.3 are fulfilled.

Table C.3 – DC overhead power systems

Environment	Earth resistivity Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\ 000$	>400
Rural	$>3\ 000$	>700
Urban	$\leq 3\ 000$	>40
Urban	$>3\ 000$	>70

Exact calculation for fault conditions in d.c. underground electric cables are not necessary when both conditions of Table C.4 are fulfilled.

Table C.4 – DC underground electric cables

Environment	Earth resistivity Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\ 000$	>10
Rural	$>3\ 000$	>100
Urban	n.a.	>1

FOR BIS USE

Annex D (informative)

Transmission characteristics related to IT systems

D.1 General

Annex D provides data about IT system transmission characteristics that have to be considered when selecting SPDs. Depending on the application, the SPD can be tested using relevant tests from IEC 61643-21. The installation of SPDs may be subject to additional requirements and/or restrictions given by the network operator, network authority and system manufacturer (see Clause 6).

D.2 Telecommunications systems

Table D.1 – Transmission characteristics for telecommunications systems in access networks

System	Bit rate MBit/s up to	Bandwidth kHz up to	Channels	Standard(s)	Z Ω	Maximum allowed attenuation dB@kHz	Remarks
POTS	-	3,4 (16)	-		Z _L (com- plex)	Various	Analogue
PCMx	0,78	~ 600	up to 2 × 64 kBit/s	ITU-T G. 61 [32], ETSI TS 101 135 [11] ETSI TS 102 080 [13]	135	up to 31@150	
ISDN PMXA	2.	~ 5 000	30 × 64 kBit/s 1 × 64 kBit/s	ITU-T G.962 ANSI T1.601-1999 (R2004)	130	40@1 000	(used worldwide except US)
ISDN PMXA	1.5	~ 5 000	23 × 64 kBit/s 1 × 64 kBit/s	ITU-T G.963 ANSI T1.601-1999 (R2004)	130	40@1 000	(used in the US)
ISDN-BA	0.160	~ 120	2 × 64 Kbit/s + 1 × 16 kBit/s	ITU-T G.961 [32] ETSI TS 102 080 Annex B [13]	150	32@40	EURO-ISDN physical identical
SDSL	2.3	~ 800	Various	ETSI TS 101 524 [14]	135	Various	
HDSL	2.3	~1 000	12-32 × 64 kBit/s	ETSI TS 101 135 [11]	135	31, 27 or 22@150	
ADSL	8	~1 104	Various	ITU-T G.992.1 Annex B [33]	100	Various	ADSL-over-POTS
ADSL2	16	~1 104	Various	ITU-T G.992.3 [34]	100	Various	ADSL-over-POTS
ADSL2+	25	~2 208	Various	ITU-T G.992.5 [36]	100	Various	ADSL-over-POTS or over ISDN
VDSL	30	~12 000	Various	ITU-T G.993.1 [37]	135	Various	
VDSL2	100	~30 000	Various	ITU-T G.993.2 [38]	135	Various	
g.fast	1000	106MHz	Various	ITU G.9701	100	Various	

D.3 Signalling, measurement and control systems

Table D.2 – Transmission characteristics of IT systems in customer premises

System	Bit rate Mbit/s	Class	NEXT ^{a)} dB	Standard(s)	Z Ω	Maximum allowed attenuation ^{a)} [dB] at kHz	Remarks
Ethernet (100 Base T)	100	D (5)	27,1@100 MHz	ISO/IEC 8802-5 [41]	100	24 @ 100 MHz	Max. length 100 m
Gigabit Ethernet (1 000 Base T)	1 000	D (5e) or E (6)	30,1@100 MHz	EN 50173-1 [39]	100	24 @ 100 MHz	Max. length 100 m
High speed Ethernet (10G Base T)	10 000	EA (6A)	27,9@ 500 MHz	ISO / IEC 11801 Ed.2 [44]	100	49,3 @ 500 MHz	Max. length 100 m / shielded
ATM	155	D (5)	27,1@100 MHz	EN 50173-1 [39]	100	24 @ 100 MHz	Max. length 100 m
Token ring	16	C (3)	19,3@16 MHz	ISO/IEC 8802-5 [41] EN 50173-1 [39]	150	14,9 @ 16 MHz	Max. length 100/150 m

^{a)} Channel performance

Further transmission parameters, described in EN 50173, are as follows:

Return loss, PSNEXT, PSACR, ELFEXT and PSELFEXT 7.2.2, Measurement and control.

D.4 Cable TV systems

Table D.3 – Transmission characteristics of cable TV systems

System	Bandwidth MHz	Return loss dB f > 50 MHz	Minimum return loss dB at 50 MHz at system outlet (customer)	Standard(s)	Z Ω	Max. allowed attenuation dB/100 m at 450 MHz (depending on cable type)	Remarks
Broadband TV distribution network	47 to 450	From ≤ 24 dB to 1dB/octave to ≤ 26 dB to 1dB/octave (depending on cable type)	≤20 dB to 1,5 dB/octave	National (DE)	75	2,9 dB 4,1 dB 6,2 dB 12,2 dB	Carrier signal level at system outlet min. 47 – 77 dB max.
Broadband TV distribution network	47 to 862	from ≤24 dB to 1dB/octave to ≤26 dB to 1dB/octave (depending on cable type)	To be determined	National EN 50083-1 [42]	75	2,9 dB 4,1 dB 6,2 dB 12,2 dB	

Annex E (informative)

Coordination of SPDs/ITE

E.1 General

The factors discussed in Clause 9 make it impossible to give a generalized approach to "black box" SPD coordination. For the user, the safest approach is to have the manufacture(s) recommend appropriate SPDs. The manufacturer, who knows the SPD circuits, may be able to calculate if coordination is achieved or whether it may have to resort to testing. If the user knows the SPD circuits he may also be able to calculate if coordination is achieved. As there are so many configurations involved in a generalized analysis, such calculations are not covered here.

The following analysis of "black box" SPD coordination is based on linear assumptions which lead to a conservative and non-optimal design. It assumes that SPD electrical parameters are available, either from the manufacturer or from testing. Some types of SPD will require testing for both common-mode and differential overvoltage conditions. There are three steps:

- Determine the input terminal resistibility voltage and current waveforms for SPD2.
- Determine the output protective voltage and current waveforms for SPD1.
- Compare SPD1 and SPD2 values.

The test procedure for the protective open-circuit output voltage, U_p , is described in 5.2.1.3 of IEC 61643-21:2012. A future amendment of IEC 61643-21 will describe the test procedure for protective short-circuit output current I_p .

FOR BIS USE

E.2 Determination of U_{IN} and I_{IN}

Coordination between SPD1 and SPD2 can be achieved by using IEC 61643-21.

Coordination between SPD2 and ITE may be possible if $U_{IN\ ITE}$ and $I_{IN\ ITE}$ are available from the ITE manufacturer or a relevant ITE product standard. It is assumed that the ITE withstands the protective levels U_{P2} and I_{P2} produced by SPD2 under rated conditions. The ITE impedance may vary considerably under protective conditions, so the extremes of loading for the output terminals of SPD2 shall be considered under open-circuit and short-circuit conditions.

When SPD2 is tested at its rated impulse values, the voltage and current resistibility waveforms will be developed at the input terminals of SPD2. There are two sets of waveforms for each rated condition; one for open-circuit output and the other for short-circuit output. The coordination verification process is shown in Figure E.1.

E.3 Determine the output protective voltage and current waveforms for SPD1

The purpose of SPD1 is to increase the resistibility of the system and will be rated for the same tests as SPD2 but at higher voltage levels. When SPD1 is tested at its rated impulse values, the voltage and current protective waveforms will be developed at the output terminals of SPD1. There are two sets of waveforms for each rated condition; one for open-circuit output and the other for short-circuit output. It may be advisable to check SPD1 at lower voltage test levels to ensure that the protective levels produced at the rated conditions are the maximum that can occur.

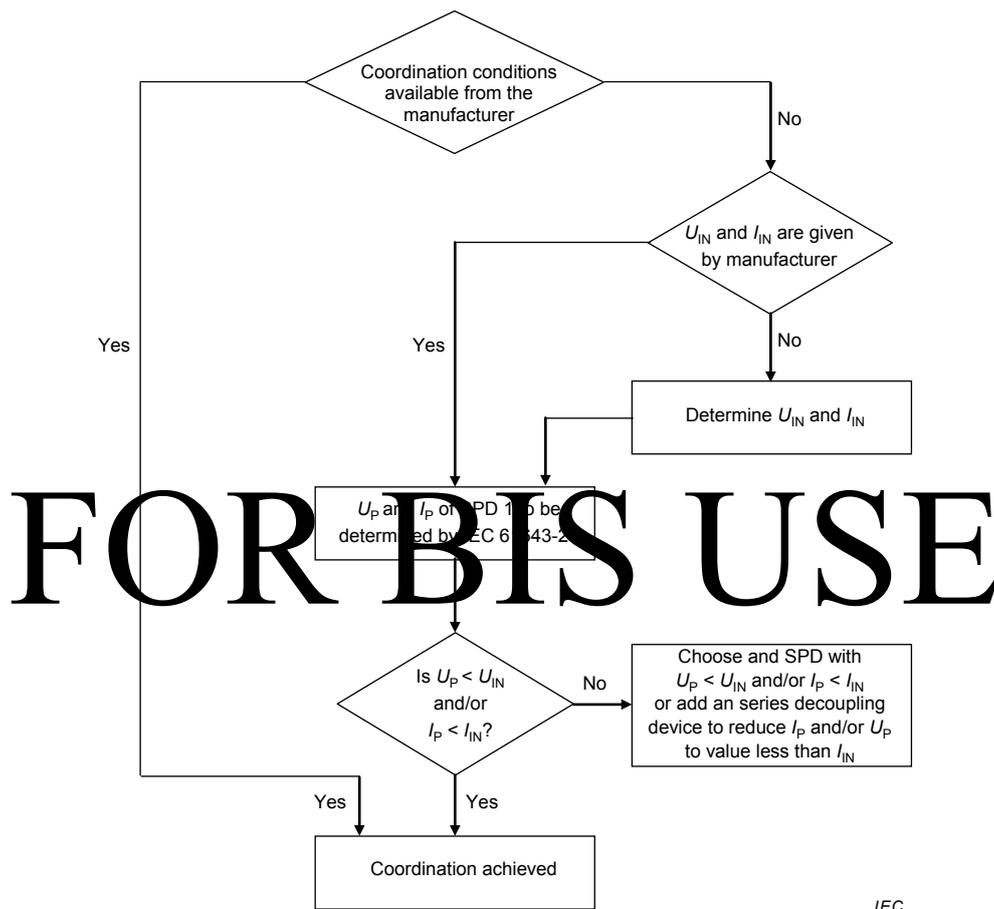


Figure E.1 – Coordination verification process

To ensure that two cascaded SPDs are coordinated during overvoltage conditions, the output protective levels from the SPD 1 shall not exceed the input resistibility levels of SPD 2 for all known and rated conditions (see Figure E.1).

E.4 Compare SPD1 and SPD2 values

Coordination is achieved when all the following conditions are met:

- $U_p < U_{IN}$;
- $I_p < I_{IN}$;
- U_p waveform is enclosed by the U_{IN} waveform;
- I_p waveform is enclosed by the I_{IN} waveform.

If the protective waveforms are enclosed by the corresponding resistibility waveforms then time coordination is achieved. At this peak level and time, coordination is achieved. However, some components are sensitive to rate of change (e.g. TSS have a di/dt rating) and coordination may fail as a result. This level of detail is beyond the scope of this approach.

E.5 Necessity of verification of the coordination by testing

Any of the following conditions would require verification by testing the combination of SPD1 and SPD2:

- $U_p > U_{In}$;
- $I_p > I_{In}$;
- U_p waveform is longer than the U_{In} waveform;
- I_p waveform is longer than the I_{In} waveform.

The verification by testing is not necessary if the coordination conditions are given by the manufacturer (see Figure E.1).

FOR BIS USE

Annex F (informative)

Protection of Ethernet systems

F.1 Power over Ethernet (PoE)

The original Power over Ethernet standard IEEE 802.3af 2003 could deliver some 13 W to the powered device (PD) from the power sourcing equipment (PSE). IEEE 802.3af was effectively withdrawn by its incorporation into IEEE 802.3 2008.

The higher power PoE standard IEEE 802.3at 2009 (PoE Plus, PoE+) increased the maximum delivered power to 25.5 W at the PD. To avoid confusion, IEEE 802.3at calls up to 13 W Type 1 PoE and the 25.5 W Type 2 PoE.

Powering is done over two of the four twisted pairs in an Ethernet cable. Figure F.1 shows the two powering options; Mode A and Mode B. The voltage, current and power conditions are shown in Figure F.1 are for Type 2 PoE. Table F.1 shows voltage, current, resistance and power levels for Type 1 PoE and Type 2 PoE.

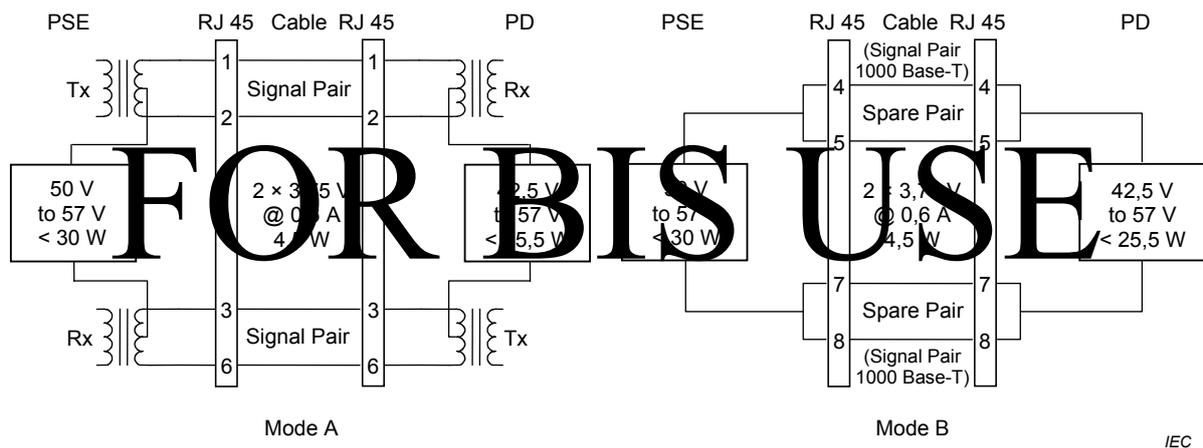


Figure F.1 – PoE powering modes

Table F.1 – Comparison of Type 1 (PoE) and Type 2 PoE+) powering values

Parameter	Unit	Type 1	Type 2
Available power at PD	W	13	25.5
Maximum power sourced by PSE	W	15.4	30
PSE output voltage range	V	44 to 57	50 to 57
PD input voltage range	V	37 to 57	42.5 to 57
Cable loop maximum DC current per pair	A	0.35	0.6
Cable loop maximum pair resistance	Ω	20	12.5
Cable loop maximum power loss	W	2.45	4.5

NOTE In case of short circuit at the PD the PSE will switch off the load current.

F.2 Withstand capabilities and SPD coordination

To protect an ITE a coordination of the protection level of an SPD and the withstand capability of the ITE is necessary. This means in both modes (common and differential mode) the protection level has to be lower than the withstand capability of an ITE. It should also be considered that there exists additional voltage drop on the leads of the SPD (see 7.3.2.1) which increases the protection level.

Ethernet ports are usually designed to withstand a common mode impulse (e.g. X1-C) of 1 kV as listed in ITU-T K.21. In this case the U_p of an SPD should be lower than 1kV. There are cases where Ethernet ports have a lower withstand than 1 kV. In this case the U_p of an SPD has to be coordinated with this lower withstand capability of the ITE.

The withstand capability of differential mode is mostly not known and therefore the protection level should be as close as possible to the maximum operating voltage of the signal.

F.3 Common mode to differential mode surge conversion by switching devices

F.3.1 General

Inherently the surges on twisted pair wires are common mode. Differential surges on twisted pair wires are generally assumed to be generated by joint or insulation breakdown of a single wire or, more commonly, asynchronous operation of switching SPDs protecting the wire pair.

Figure F.2 shows two situations; a two-electrode GDT on each wire and a single chamber three electrode GDT. The longitudinal surge on the twisted pair wires (wire 1 and wire 2) is converted to a differential surge (green voltage) by asynchronous SPD operation. The two-electrode GDT design will often result in higher and longer differential surges than the three-electrode GDT design (transverse voltage).

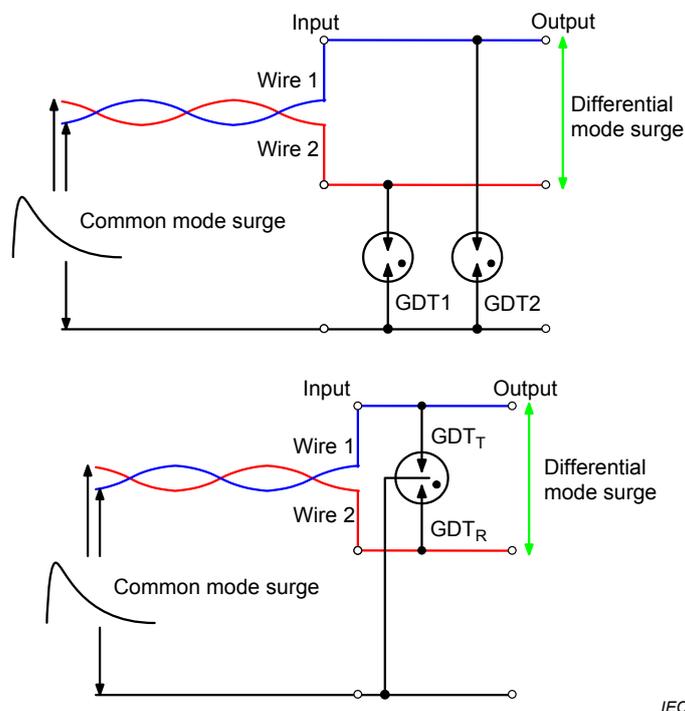


Figure F.2 – Common mode to differential mode surge conversion by asynchronous SPD operation

Figure F.3 shows the longitudinal surge waveforms on the twisted pair wires (wire 1 and wire 2) being converted to a differential surge (green trace) by asynchronous SPD operation.

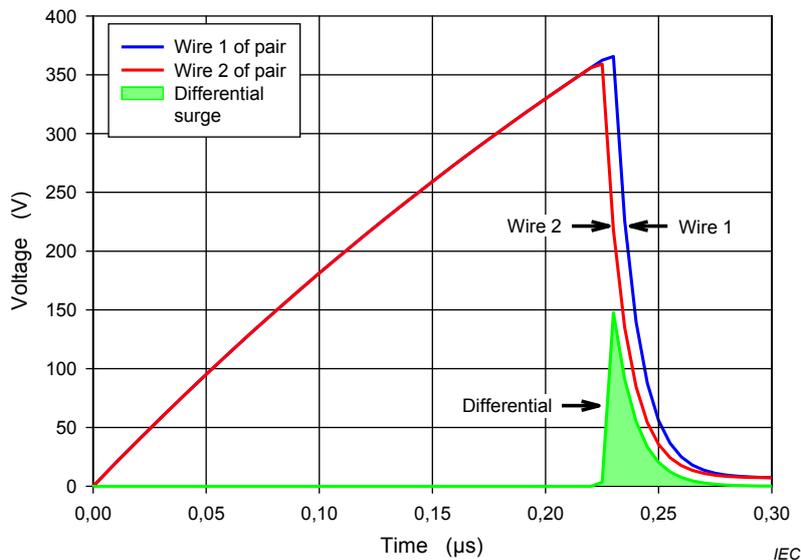


Figure F.3 – Differential surge generated by asynchronous SPD operation on a longitudinal surge

F.3.2 Differential mode voltage reduction by inter-wire protection

The differential surge can be reduced when a SPD use additional protection (e.g. breakdown diodes) between the lines (wire 1 and wire 2). Figure F.4 shows such a circuit. The peak differential voltage will be limited to the diode clamping voltage, see Figure 5.

FOR BIS USE

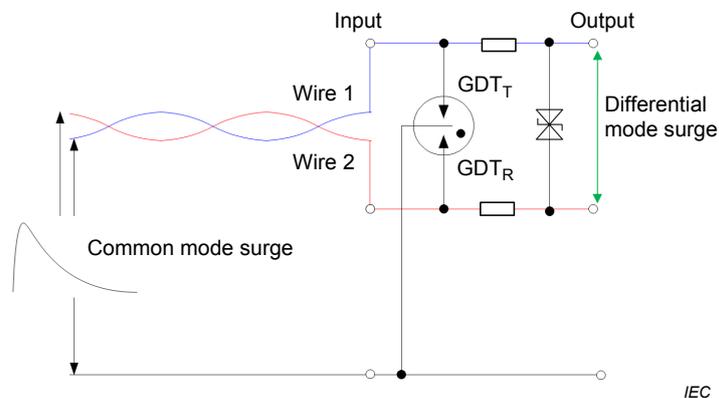


Figure F.4 – SPD circuit with inter-wire protection to limit the differential surge

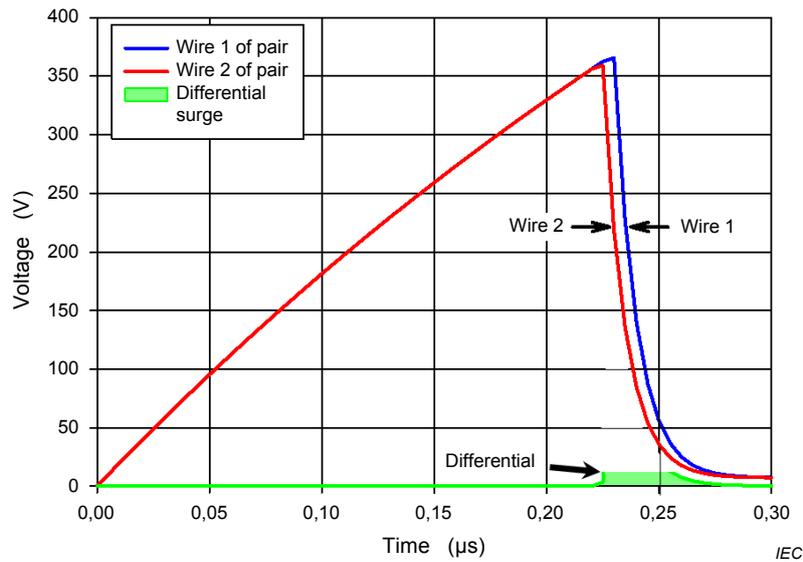


Figure F.5 – Differential surge voltage limited by inter-wire protection

F.3.3 Differential mode voltage reduction by single switching element

By using a single switching element and a bridge of steering diodes the differential surge can be reduced to the difference in the forward voltages of diodes D4 and D6 for positive surges and D3 and D5 for negative surges (Figure F.6, F.7). The bridge diode technique can be extended to protect multiple twisted wire pairs by adding four diodes (corresponding to D3 to D6) for each additional twisted pair. The diode bridge technique for multiple twisted pairs will also result in low levels of differential surge voltage between cable pairs.

FOR BIS USE

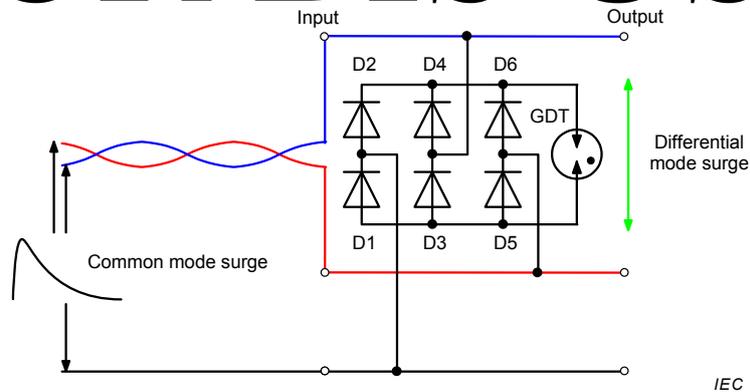


Figure F.6 – SPD using a single switching element and a steering diode bridge

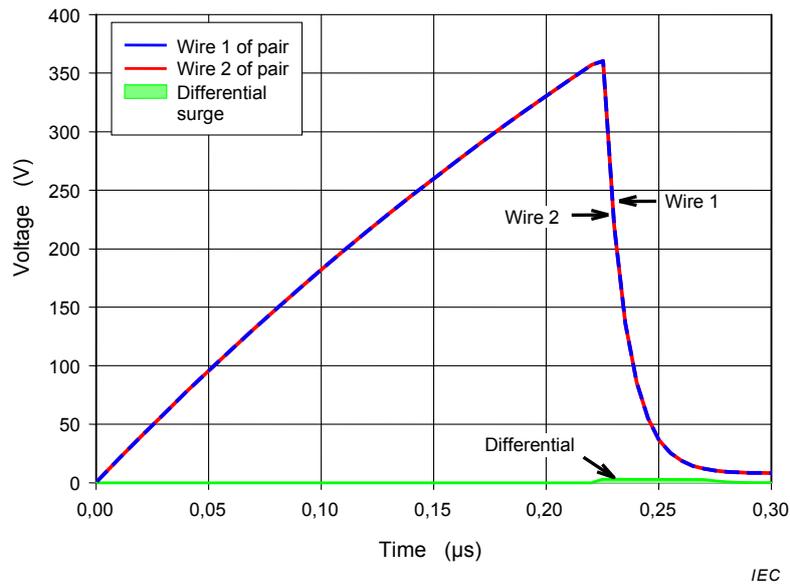


Figure F.7 – Differential surge voltage reduced by single switching element and steering diode bridge

FOR BIS USE

Annex G (informative)

EMC impact of SPDs

G.1 General

Electromagnetic compatibility (EMC) means the ability of equipment or system to function satisfactorily in its electromagnetic environment without introducing intolerable electromagnetic disturbances to anything in that environment. The addition of SPDs shall not decrease this EMC, and shall not degrade the intended function of the system as described in the product standards for the system.

G.2 Electromagnetic immunity

In high frequency systems the SPD may modify the line balance, wiring configuration and/or shielding effectiveness resulting in the need for system immunity testing.

SPDs compliant to IEC 61643-21 are unlikely to cause line unbalance.

G.3 Electromagnetic emission

In a quiescent state (non suppressing mode) an SPD does not create electromagnetic disturbances and no SPD emission tests are required. In high frequency systems the SPD may modify the line balance, wiring configuration and/or shielding effectiveness resulting in the need for system emission testing.

In an operating state (suppressing mode) the combination of SPDs and the system wiring may emit transient electromagnetic fields, due to surge currents, that adversely impact the operation of the system. Switching type SPDs can create an additional transient electromagnetic field during the switching action to the low voltage state (see Figure A.2).

FOR BIS USE

Annex H (informative)

Definition of internal port (Source: ITU-T K.44)

An equipment port can only be classified as an internal port if all of the following apply:

- it is only connected to intra building cables,
- the cable is connected to an internal port of the associated equipment,
- the equipment and the associated equipment have the same earth reference or the equipment is floating,
- the port will not be connected to an external port of the associated equipment,
- the port does not provide a service which the customer may extend to another building (e.g. a POTs, Ethernet or Video port),
- the port will not have a conductive connection to a cable which leaves the building via other equipment (e.g. via a splitter)

Any port not complying with the requirements for an intra system port or an internal port is an external port.

FOR BIS USE

Annex I (informative)

Maintenance of SPDs for Information Technology

I.1 General requirements

Protective measures of the telecommunication and signalling networks and/or of telecommunication structures (e.g., exchange building and remote sites) are the result of the protection need evaluation before construction or in the event of changes to the plant, and they are integral part of a protected system.

All protective measures have to be documented to prove that they correspond to the obligation to exercise due care. Protective measures have to be inspected to ensure that they can perform a required function. All measuring results have to be documented and, together with the inspection protocols, are to be kept for as long as the protective measure exists. They have to be compared with the results of previous inspections (see Note 2). This proves if the results differ fundamentally from earlier values, then the reasons for the deviation need to be determined and solved.

Subsequent protective measures or the inspection of the existing ones might become necessary in the following cases:

- repeated appearance of damage caused by electrical sources;
- later erection of exposed structures;
- later erection or changes to electric power plants, traction systems;
- change of the operating currents in existing power plants/traction systems;
- upon customer or authority request.

The maintenance of the interconnection of cable screens and the earthing of the screen including equipotentialization of the system depends on the cabling.

NOTE Measuring results may be influenced by the ambient conditions.

I.2 Maintenance responsibilities

The operator of the telecommunication and signalling network is responsible for the protection of the plant within the network.

The building owner is responsible for the overall safety of the installation within the building, providing a bonding terminal, EBB or access to the MEBB (Figure 4) to enable the earthing of the protective measures.

The customer is responsible for the protection of his (private) network in his property.

All parties are responsible for the effectiveness and documentation of the protective measures in their premises.

I.3 Maintenance of SPDs

I.3.1 General

The decision to protect a structure against lightning with an LPS, as well as the selection of the protection measures, shall be performed according to IEC 62305-2.

The considered protection measures for structures include the structure itself and the installations inside the structure. The LPS e.g. conforms to the design based on the IEC 62305-3 standard.

I.3.2 Visual inspection

The visual inspection includes the inspection of the earthing system.

In addition, the following inspections have to be carried out at accessible parts of the network:

- visible damage or indications of irreversible functions of SPDs;
- indications that the SPDs are in working order;
- new installations added after the last inspection that might increase the risk (e.g., masts or antennas in the neighbourhood of the telecommunication system or supplied structures).
- after alterations or repairs, or when it is known that the structure has been struck by lightning.

I.3.3 Complete inspection

The complete inspection includes the visual inspection.

In addition, the following inspections have to be carried out:

- functional performance of SPDs;
- for monitored SPDs (remote signalling), the functionality of the supervisory apparatus (e.g., remote control) has to be checked.

The functional test of SPDs could be carried out as a field test, substituting the out of range SPDs, or by periodic replacement.

I.3.4 Examining periods

The protective measures should be inspected periodically according to Table I.1 or table I.2.

Table I.1 – Maximum period between inspections of lightning protective measures covered by IEC 62305-3

Protection level	Visual inspection (years)	Complete inspection (years)	Critical situations ^{a b} complete inspection year
I and II	1	2	1
III and IV	2	4	1

a Lightning protection systems utilized in applications involving structures with a risk caused by explosive materials should be visually inspected every 6 months. Electrical testing of the installation should be performed once a year. An acceptable exception to the yearly test schedule would be to perform the tests on a 14 to 15 month cycle where it is considered beneficial to conduct earth resistance testing over different times of the year to get an indication of seasonal variations.

b Critical situations could include structures containing sensitive internal systems, office blocks, commercial buildings or places where a high number of people may be present.

NOTE For more information on maintenance and inspection of an LPS see clause E.7 of IEC 62305-3:2010 .

Table I.2 – Maximum period between inspections of lightning protective measures covered by ITU-T K.69 [28]

Item to be inspected	Visual inspection (years)	Complete inspection (years)
Protective measures	3	6 (note)

NOTE Information on some network operators' experiences for reasonable examining periods for GDTs and on tests for field survey is given in Appendix I. The test of function of SPDs and the examining period could be subject to manufacturers' requests

FOR BIS USE

Annex J (informative)

Earth potential rise (EPR)

J.1 General

A voltage potential through the earth or across the earth surface results when a current of any magnitude or frequency flows through the local resistivity of the earth. Electrical damage to communications equipment and interfaces occurs when there is a large difference in earth potential due to earth potential rise (EPR), within a local grounded site containing communications equipment or between local and remote sites containing communications equipment that are connected by wire-line communications circuits and shields.

J.2 Causes of EPR

Power related EPR is caused by a low frequency, 50/60 Hz fault current flowing through a ground grid or the earth via a distribution line power cross to a tree or other earthing paths or utility switching of power lines. The duration of this event may last from fractions of a second to many minutes.

Lightning related EPR is caused by a fast rising current of many kA with rise times in nano seconds to micro seconds and pulse widths in micro seconds to milli seconds flowing through a ground grid or the earth.

Electrified railways also cause EPR.

FOR BIS USE

J.3 Influence of soil resistivity

The magnitude of EPR depends on the magnitude of the current and the local soil resistivity and resulting impedance to earth. The resistivity of the surrounding soil is dependent upon its composition, temperature, humidity and electrolyte content as well as current magnitude (soil ionization) and varies from several to more than 1 000 of Ohm-m.

J.4 Fibre optics

Replacing metallic conductors with fibre optic conductors is an excellent means of reducing EPR related damages. Proper power surge protection and proper locate wire / tension member termination is required.

Annex K (informative)

References and examples of risk management based on IEC 62305-2

To calculate the risk of damages to equipment, IEC 62305-2 gives detailed information. the following list shows interesting paragraphs of calculation and examples:

- Annex B of IEC 62305-2:2010 describes an assessment of probability P_X of damage.
- Annex C of IEC 62305-2:2010 describes an assessment of amount of loss L_X .
- Annex E of IEC 62305-2:2010 shows examples of risk management at country house, an office building, a hospital and an apartment block.

The presented analysis assumes all incoming services are metallic conductors.

In the case of non metallic conductors e.g. optical fibre it is necessary to be aware that distribution services within the building may be metallic. For this situation ITU-T K.92 provides information about EMC environment. To improve the resistibility measures as listed in C.1.3 (Risk treatment) of this document should be considered.

FOR BIS USE

Bibliography

- [1] IEC 61000-6-1:2005, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 6-1: Generic standards – Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*
- [2] IEC 61000-2-2:2002, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-2: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public low-voltage power supply systems*
- [3] IEC 61643-311:2013, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT)*
- [4] IEC 61643-312:2013, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes*
- [5] IEC 61643-321:2001, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 321: Specification for avalanche breakdown diode (ABD)*
- [6] IEC 61643-331:2003, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 331: Specification for metal oxide varistors (MOV)*
- [7] IEC 61643-341:2001, *Components for low-voltage surge protective devices – Part 341: Specification for thyristor surge suppressors (TSS)*
- [8] ETSI TS 101 524-1:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetrical single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); Part 1: Functional requirements*
- [9] ETSI TS 101 524-2:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetrical single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); Part 2: Transceiver requirements*
- [10] ETSI TS 101 270-2:2003, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL) – Part 2: Transceiver specification*
- [11] ETSI TS 101 135:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); High bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission systems on metallic local lines; HDSL core specification and applications for combined ISDN-BA and 2 048 kbit/s transmission*
- [12] ETSI TS 101 388:2007, *Access Terminals Transmission and Multiplexing (ATTM); Access transmission systems on metallic access cables; Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) – European specific requirements [ITU-T Recommendation G.992.1 modified]*
- [13] ETSI TS 102 080:2003, *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines*
- [14] ETSI TS 101 524:2010, *Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetric single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); [ITU-T Recommendation G.991.2 (2005), modified]*
- [15] Recommendation ITU-T K.20:2011, *Resistibility of telecommunication equipment installed in a telecommunications centre to overvoltages and overcurrents*
- [16] Recommendation ITU-T K.21:2011, *Resistibility of telecommunication equipment installed in customer premises to overvoltages and overcurrents*
- [17] Recommendation ITU-T K.45:2011, *Resistibility of telecommunication equipment installed in the access and trunk networks to overvoltages and overcurrents*
- [18] Recommendation ITU-T K.73:2008, *Shielding and bonding for cables between buildings*

- [19] Recommendation ITU-T K.85:2011, *Requirements for the mitigation of lightning effects on home networks installed in customer premises*
- [20] Recommendation ITU-T K.11:2009, *Principles of protection against overvoltages and overcurrents*
- [21] Recommendation ITU-T K.12:2010, *Characteristics of gas discharge tubes for the protection of telecommunications installations*
- [22] Recommendation ITU-T K.27:1996, *Bonding configurations and earthing inside a telecommunication building*
- [23] Recommendation ITU-T K.39:1996, *Risk assessment of damages to telecommunication sites due to lightning discharges*
- [24] Recommendation ITU-T K.44:2012, *Resistibility test for telecommunication equipment exposed to over voltages and over currents – Basic Recommendation*
- [25] Recommendation ITU-T K.46:2012, *Protection of telecommunication lines using metallic symmetric conductors against lightning induced surges*
- [26] Recommendation ITU-T K.47:2012, *Protection of telecommunication lines against direct lightning flashes*
- [27] Recommendation ITU-T K.66:2011, *Protection of customer premises from overvoltages*
- [28] Recommendation ITU-T K.69:2006, *Maintenance of protective measures*
- [29] Recommendation ITU-T K.82:2010, *Characteristics and ratings of solid-state, self-restoring overcurrent protectors for the protection of telecommunications installations*
- [30] Recommendation ITU-T K.72:2011, *Protection of telecommunication lines using metallic conductors against lightning – Risk management*
- [31] Recommendation ITU-T G.703:2001, *Physical/electrical characteristics of hierarchical digital interfaces*
- [32] Recommendation ITU-T G.961:1993, *Digital transmission system on metallic local lines for ISDN basic rate access*
- [33] Recommendation ITU-T G.992.1:1999, *Asymmetrical digital subscriber line (ADSL) transceivers*
- [34] Recommendation ITU-T G.992.3:2009, *Asymmetric Digital Subscriber Line transceivers 2 (ADSL2)*
- [35] Recommendation ITU-T G.992.4:2002, *Splitterless asymmetric digital subscriber line transceivers 2 (splitterless ADSL2)*
- [36] Recommendation ITU-T G.992.5:2009, *Asymmetric Digital Subscriber Line 2 transceivers (ADSL2)– Extended bandwidth ADSL2 (ADSL2plus)*
- [37] Recommendation ITU-T G.993.1:2004, *Very high speed digital subscriber line transceivers (VDSL)*
- [38] Recommendation ITU-T G.993.2:2011, *Very high speed digital subscriber line transceivers 2 (VDSL2)*
- [39] EN 50173-1:2007, *Information technology – Generic cabling systems – Part 1: General requirements*
- [40] ITU-T Directives concerning the protection of telecommunication lines against harmful effects from electric power and electrified railway lines; Volume II Calculation induced voltages and currents in practical cases (1998)

- [41] ISO/IEC 8802-5:1998, *Information technology – Telecommunications and information exchange systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements – Part 5: Token ring a physical layer specification*
- [42] EN 50083-1:1993, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: Safety requirements*
- [43] IEC 60728-2:2010, *Cable distribution systems for television and sound signals – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment*
- [44] ISO/IEC 11801:2011, *Information technology – Generic cabling for customer premises*
- [45] ISO Guide 73 2009, *Risk Management – Vocabulary*
- [46] EN 50468:2009, *Resistibility requirements to overvoltages and overcurrents due to lightning for equipment having telecommunication ports*
- [47] CENELEC Report ROBT 003; ETSI Guide EG 201 280, *Resistibility requirements for equipment having (a) telecommunication port(s)*
- [48] Telcordia GR-1089-CORE:2011, *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety- Generic Criteria for Network Telecommunications Equipment*
- [49] IEEE 802.3af:2003, *DTE Power via MDI*
- [50] IEEE C62.50:2010, *Standard for performance criteria and test methods for plug-in (portable) multiservice (multiport) surge-protective devices for equipment connected to a 120/240 V single phase power service and metallic conductive communication line(s)*
- [51] IEC 60364-6-51, *Electrical installations of buildings – Part 6-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*
- [52] IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

FOR BIS USE

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	69
INTRODUCTION.....	71
1 Domaine d'application.....	72
2 Références normatives.....	72
3 Termes, définitions et abréviations.....	72
3.1 Termes et définitions.....	73
3.2 Abréviations.....	73
4 Description des technologies.....	73
4.1 Généralités.....	73
4.2 Composants limiteurs de tension.....	73
4.2.1 Généralités.....	73
4.2.2 Composants de blocage.....	74
4.2.3 Composants de coupure.....	74
4.3 Composants limiteurs de courant.....	74
4.3.1 Généralités.....	74
4.3.2 Composants à interruption de courant.....	74
4.3.3 Composants à réduction de courant.....	74
4.3.4 Composants à écoulement de courant.....	75
5 Paramètres de choix des parafoudres et des essais appropriés de l'IEC 61643-21.....	75
5.1 Généralités.....	75
5.2 Conditions normales de service.....	75
5.2.1 Généralités.....	75
5.2.2 Pression atmosphérique et altitude.....	75
5.2.3 Température ambiante.....	75
5.2.4 Humidité relative.....	75
5.2.5 Conditions anormales de service.....	76
5.3 Paramètres du parafoudre qui peuvent affecter le fonctionnement normal du système.....	76
6 Gestion du risque.....	76
6.1 Généralités.....	76
6.2 Analyse du risque.....	77
6.3 Identification du risque.....	77
6.4 Traitement du risque.....	78
7 Mise en œuvre des parafoudres.....	79
7.1 Généralités.....	79
7.2 Mécanismes de couplage.....	79
7.3 Utilisation, choix et installation des parafoudres.....	82
7.3.1 Exigences d'utilisation des parafoudres.....	82
7.3.2 Considérations sur le câblage lors de l'installation d'un parafoudre.....	86
7.3.3 Comparaison entre les classifications de parafoudres de l'IEC 61643-11 et de l'IEC 61643-21.....	89
8 Parafoudres multifonctions.....	89
9 Coordination des parafoudres/ATI.....	92
Annexe A (informative) Composants limiteurs de tension.....	94
A.1 Composants de blocage.....	94
A.1.1 Généralités.....	94

FOR BIS USE

A.1.2	Varistance à oxyde métallique (MOV – Metal oxide varistor)	94
A.1.3	Semiconducteurs au silicium	95
A.2	Composants de coupure	96
A.2.1	Généralités	96
A.2.2	Tube à décharge de gaz (TDG)	96
A.2.3	Éclateurs à air	97
A.2.4	Parafoudre à thyristor (TSS – Thyristor surge suppressor) – Types à tension fixe (autodéclenchant)	97
A.2.5	Parafoudre à thyristor (TSS – Thyristor surge suppressor) – Type déclenché	98
Annexe B (informative)	Composants limiteurs de courant	99
B.1	Généralités	99
B.2	Limiteurs de courant non réamorçables	99
B.2.1	Généralités	99
B.2.2	Composants à interruption de courant placés en série	99
B.2.3	Limiteurs à écoulement de courant en dérivation	100
B.3	Limiteurs de courant autoréamorçables	102
B.3.1	Généralités	102
B.3.2	Composants à réduction de courant placés en série	102
B.3.3	Composants à écoulement de courant en dérivation	105
Annexe C (informative)	Gestion du risque	106
C.1	Risque dû aux décharges de foudre	106
C.1.1	Appréciation du risque	106
C.1.2	Analyse du risque	106
C.1.3	Traitement du risque	108
C.2	Risque dû aux défauts de lignes d'alimentation	109
C.2.1	Généralités	109
C.2.2	Réseaux d'énergie en courant alternatif	109
C.2.3	Réseaux d'énergie en courant continu	110
Annexe D (informative)	Caractéristiques de transmission dans les schémas IT	111
D.1	Généralités	111
D.2	Systèmes de télécommunications	111
D.3	Systèmes de transmission de signaux, de mesure et de contrôle	112
D.4	Réseaux de télévision par câble	112
Annexe E (informative)	Coordination des parafoudres/ATI	113
E.1	Généralités	113
E.2	Détermination de U_{IN} et I_{IN}	113
E.3	Déterminer les formes d'ondes de la tension et du courant de protection en sortie du parafoudre 1	114
E.4	Comparer les valeurs des parafoudres 1 et 2	114
E.5	Nécessité de vérification de la coordination au moyen d'essais	115
Annexe F (informative)	Protection des systèmes Ethernet	116
F.1	Alimentation électrique par câble Ethernet (<i>Power over Ethernet</i>) (PoE)	116
F.2	Capacités de tenue et coordination des parafoudres	117
F.3	Conversion des chocs de mode commun en mode différentiel par les dispositifs de coupure	117
F.3.1	Généralités	117
F.3.2	Réduction de la tension de mode différentiel par protection entre câbles	118

F.3.3	Réduction de la tension de mode différentiel par élément à coupure simple.....	119
Annexe G (informative)	Influence de la CEM des parafoudres.....	121
G.1	Généralités.....	121
G.2	Immunité aux perturbations électromagnétiques.....	121
G.3	Émissions électromagnétiques.....	121
Annexe H (informative)	Définition du port interne (Source: UIT-T K.44).....	122
Annexe I (informative)	Maintenance des parafoudres applicables à la technologie de l'information.....	123
I.1	Exigences générales.....	123
I.2	Responsabilités concernant la maintenance.....	123
I.3	Maintenance des parafoudres.....	124
I.3.1	Généralités.....	124
I.3.2	Inspection visuelle.....	124
I.3.3	Inspection complète.....	124
I.3.4	Périodes d'examen.....	124
Annexe J (informative)	Augmentation de potentiel de terre (EPR – Earth potential rise).....	126
J.1	Généralités.....	126
J.2	Causes de l'EPR.....	126
J.3	Influence de la résistivité du sol.....	126
J.4	Fibres optiques.....	126
Annexe K (informative)	Références et exemples de gestion du risque établis sur l'IEC 2305.....	127
Bibliographie	128
Figure 1	– Installation des parafoudres dans les réseaux de transmission de signaux et de télécommunications.....	78
Figure 2	– Réseau de mesure et de commande (MCR).....	79
Figure 3	– Mécanismes de couplage.....	81
Figure 4	– Exemple de configuration du concept de protection contre la foudre.....	83
Figure 5	– Exemple de configuration selon les zones (Figure 4).....	84
Figure 6	– Exemple de mesures de protection de l'information (f) et de l'entrée de tension d'alimentation (g) d'un ATI contre les tensions de mode commun et les tensions de mode différentiel.....	86
Figure 7	– Influence des tensions U_{L1} et U_{L2} sur le niveau de protection U_P générées par l'inductance des raccords.....	87
Figure 8	– Suppression des tensions U_{L1} et U_{L2} de l'unité de protection par connexion des raccords à un point commun.....	88
Figure 9	– Conditions d'installation nécessaires pour un parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne avec un ATI pour réduire les influences des interférences sur le niveau de protection.....	88
Figure 10	– Parafoudres individuels.....	90
Figure 11	– Parafoudre multifonction avec option de connexion PE.....	91
Figure 12	– Parafoudre multifonction avec transitoire de liaison des composants de parafoudre aux bornes PE.....	91
Figure 13	– Coordination de deux parafoudres.....	93
Figure A.1	– Comportement des composants de blocage.....	94
Figure A.2	– Comportement des composants de coupure.....	96

FOR B I S U S E

Figure B.1 – Comportement des composants à interruption de courant	99
Figure B.2 – Comportement du composant à écoulement de courant	101
Figure B.3 – Limiteur de courant en dérivation à trois bornes à fonctionnement thermique (bobine thermique)	102
Figure B.4 – Comportement des composants à réduction de courant (type à fonctionnement thermique).....	103
Figure B.5 – Composant limiteur de courant placé en série à deux bornes à fonctionnement thermique (thermistance CTP)	103
Figure B.6 – Composant limiteur de courant électronique placé en série à deux bornes.....	104
Figure B.7 – Composant limiteur de courant électronique en dérivation à trois bornes (thyristor bidirectionnel à gâchette)	105
Figure C.1 – Méthode d'évaluation du risque	108
Figure E.1 – Processus de vérification de la coordination	114
Figure F.1 – Modes d'alimentation PoE	116
Figure F.2 – Conversion des chocs de mode commun en mode différentiel par fonctionnement asynchrone du parafoudre	118
Figure F.3 – Choc différentiel généré par fonctionnement asynchrone du parafoudre sur un choc longitudinal	118
Figure F.4 – Circuit de parafoudre avec protection entre câbles pour limiter le choc différentiel	119
Figure F.5 – Tension de choc différentiel limitée par protection entre câbles	119
Figure F.6 – Parafoudre utilisant un élément à coupure simple et un pont de diodes conductrices	120
Figure F.7 – Réduction de la tension de choc différentiel par élément à coupure simple et pont de diodes conductrices	120
Tableau 1 – Responsabilité des mesures de protection.....	77
Tableau 2 – Mécanismes de couplage.....	82
Tableau 3 – Aide au choix pour la calibration des parafoudres pour un usage dans des interfaces (de zones) conformément à l'IEC 62305-1	84
Tableau 4 – Relation entre les classifications de parafoudres de l'IEC 61643-21 et de l'IEC 61643-11.....	89
Tableau 5 – Relation entre la ZPF et les catégories d'essai demandées des parafoudres multifonction.....	92
Tableau C.1 – Réseaux d'énergie aériens en courant alternatif.....	109
Tableau C.2 – Câbles électriques souterrains en courant alternatif	109
Tableau C.3 – Réseaux d'énergie aériens en courant continu	110
Tableau C.4 – Câbles électriques souterrains en courant continu.....	110
Tableau D.1 – Caractéristiques de transmission pour les systèmes de télécommunications sur les réseaux d'accès	111
Tableau D.2 – Caractéristiques de transmission des schémas IT dans les locaux d'abonnés.....	112
Tableau D.3 – Caractéristiques de transmission des réseaux de télévision par câble.....	112
Tableau F.1 – Comparaison des valeurs d'alimentation de type 1 (PoE) et de type 2 (PoE+).....	117
Tableau I.1 – Période maximale entre inspections des mesures de protection contre la foudre couvertes par l'IEC 62305-3	125

Tableau I.2 – Période maximale entre inspections des mesures de protection contre la foudre couvertes par l'UIT-T K.69 [28] 125

FOR BIS USE

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFONDRES BASSE TENSION –

**Partie 22: Parafoudres connectés aux réseaux
de signaux et de télécommunications –
Principes de choix et d'application**

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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 et 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 61643-22 a été établie par le sous-comité 37A: Dispositifs de protection basse tension contre les surtensions, du comité d'études 37 de l'IEC: Parafoudres.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition parue en 2004. Cette édition constitue une révision technique.

Cette édition inclut les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'édition précédente:

- a) Mise à jour de l'utilisation des parafoudres multifonction (Article 8)

- b) Comparaison entre les classifications de parafoudres de l'IEC 61643-11 et de l'IEC 61643-21 (7.3.3)
- c) Prise en compte des nouveaux systèmes de transmission PoE (Annexe F)
- d) Exigences de CEM des parafoudres (Annexe G)
- e) Cycles de maintenance des parafoudres (Annexe I)

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37A/273/FDIS	37A/277/RVD

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

Une liste de toutes les parties de la série IEC 61643, publiées sous le titre général *Parafoudres basse tension*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

Le comité a décidé que le contenu de cet amendement et de la publication de base ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. À cette date, la publication sera

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

FOR BIS USE

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication 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.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est un guide d'application des parafoudres pour les lignes de télécommunications et de transmission de signaux, ainsi que des dispositifs de protection qui comportent des parafoudres de télécommunications et de transmission de signaux dans la même enveloppe que les parafoudres de lignes de puissance (parafoudres dits parafoudres multifonctions). Les définitions, exigences et méthodes d'essai sont données dans l'IEC 61643-21. La décision d'utiliser les parafoudres est basée sur une analyse, actuellement à l'étude, des risques pour le réseau ou le système. Étant donné que les systèmes de télécommunications et de transmission de signaux peuvent dépendre de la longueur des conducteurs, qu'ils soient enterrés ou aériens, l'exposition aux surtensions dues à la foudre, aux défauts des lignes de puissance et à la coupure des lignes de puissance en charge peut être significative. Si ces lignes sont sans protection, le risque qui en découle pour l'appareil de traitement de l'information (ATI) peut aussi être significatif. D'autres facteurs tels que la réglementation locale et les clauses d'assurance peuvent influencer la décision d'utiliser des parafoudres. La présente norme donne des indications pour évaluer le besoin de parafoudres, le choix, l'installation et le dimensionnement des parafoudres et pour assurer la coordination entre les parafoudres et entre les parafoudres et les ATI installés sur les lignes de télécommunications et de transmission de signaux.

La coordination des parafoudres garantit qu'une interaction correcte entre eux, aussi bien qu'entre un parafoudre et l'ATI à protéger sera réalisée. La coordination nécessite que le niveau de protection en tension, U_p , et le courant coupé limité, I_p , du premier parafoudre ne dépassent pas la tenue aux chocs des parafoudres ou des ATI en aval.

En général, le parafoudre le plus proche de la source du choc l'influençant écoule la plus grande partie du choc: un parafoudre en aval écoulera le choc restant ou résiduel. La coordination des parafoudres dans un système est affectée par le fonctionnement des parafoudres et de l'équipement à protéger, autant qu'il par les caractéristiques du système auquel les parafoudres sont raccordés.

Il convient de revoir les variables suivantes pour atteindre une coordination correcte:

- forme d'onde du choc en jeu (impulsion ou alternative);
- aptitude de l'équipement à résister à une surtension/surintensité sans dommage;
- installation, par exemple, distance entre les parafoudres et entre les parafoudres et l'ATI;
- niveaux de protection en tension du parafoudre.

La performance d'un parafoudre et sa coordination avec les autres parafoudres peuvent être affectées par une exposition à des transitoires antérieurs. Cela est particulièrement vrai dans le cas de transitoires approchant la limite de la capacité du parafoudre. S'il y a un doute important concernant le nombre et la sévérité des chocs traités par les parafoudres à l'étude, il est recommandé d'utiliser des parafoudres de performances plus élevées.

Un des effets directs de la mauvaise coordination peut être le contournement du parafoudre le plus proche de la source du choc avec pour conséquence le traitement forcé du choc dans sa totalité par le parafoudre suivant. Cela peut entraîner des dommages sur ce parafoudre.

L'absence de coordination correcte peut aussi entraîner des dommages sur l'équipement, et dans les cas graves, un danger d'incendie.

Il existe différentes technologies utilisées pour la conception des parafoudres relevant de la présente norme. Elles sont détaillées dans le corps du texte ainsi que dans les Annexes informatives A et B.

PARAFODRES BASSE TENSION –

Partie 22: Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Principes de choix et d'application

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 61643 décrit les principes à utiliser pour le choix, le fonctionnement, la localisation et la coordination des parafoudres connectés aux réseaux de télécommunications et de transmission de signaux sous une tension nominale de réseau jusqu'à 1 000 V en valeur efficace en courant alternatif et 1 500 V en courant continu.

La présente norme couvre aussi les parafoudres qui incorporent la protection pour les lignes de transmission de signaux et les lignes de puissance dans la même enveloppe (parafoudres dits parafoudres multifonctions).

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. 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 61643-21:2012, *Parafoudres basse tension – Partie 21: Parafoudres connectés aux réseaux de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais*

IEC 61643-11, *Parafoudres basse tension – Partie 11: Parafoudres connectés aux systèmes basse tension – Exigences et méthodes d'essai*

IEC 61643-12, *Parafoudres basse tension – Partie 12: Parafoudres connectés aux réseaux de distribution basse tension – Principes de choix et d'application*

IEC 62305-1:2010, *Protection contre la foudre – Partie 1: Principes généraux*

IEC 62305-2:2010, *Protection contre la foudre – Partie 2: Evaluation des risques*

IEC 62305-3:2010, *Protection contre la foudre – Partie 3: Dommages physiques sur les structures et risques humains*

IEC 62305-4:2010, *Protection contre la foudre – Partie 4: Réseaux de puissance et de communication dans les structures*

IEC 61000-4-5, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesure – Essai d'immunité aux ondes de choc*

3 Termes, définitions et abréviations

Pour les besoins du présent document, les termes, définitions et abréviations suivants s'appliquent.

3.1 Termes et définitions

3.1.1

tenue aux chocs

aptitude des équipements ou des installations de télécommunication à résister, généralement, et sans dommage, aux effets de surtensions ou de surintensités, jusqu'à un certain point spécifié, et conformément à un critère également spécifié

Note 1 à l'article: Cette définition est dérivée de l'UIT-T K.44 [24]¹.

3.1.2

parafoudre multifonction

MSPD

parafoudre assurant la protection de deux fonctions ou plus, telles que la puissance, les télécommunications et les transmissions de signaux dans une même enveloppe dans laquelle une liaison de référence est fournie entre les fonctions pendant les conditions de chocs

Note 1 à l'article: L'abréviation "MSPD" est dérivée du terme anglais développé correspondant "multiservice surge protective device".

3.2 Abréviations

MSPD Multiservice Surge Protective Device (parafoudre multifonction)

POTS Plain Old Telephone Service (service téléphonique traditionnel)

VDSL Ligne d'abonné numérique à très grande vitesse

ADSL Ligne d'abonné numérique asymétrique

PoE Power over Ethernet (Alimentation électrique par câble Ethernet)

4 Description des technologies

4.1 Généralités

Les différentes technologies de composants de protection contre les chocs sont exposées dans la courte description qui suit. Des détails supplémentaires sont disponibles dans les Annexes A et B.

4.2 Composants limiteurs de tension

4.2.1 Généralités

Ces composants de parafoudres connectés en dérivation sont des éléments non linéaires qui limitent les surtensions dépassant une tension donnée en fournissant une boucle à faible impédance pour écouler les courants. La tension de régime permanent (U_c) du parafoudre est choisie de façon à être supérieure à la tension de crête maximale du réseau en fonctionnement normal. Pour la tension de fonctionnement maximale du réseau, le courant de fuite des parafoudres ne doit pas interférer avec le fonctionnement normal du réseau.

Des composants multiples peuvent être utilisés pour constituer des ensembles. Le raccordement de composants de parafoudres limiteurs de tension en série peut entraîner des niveaux de protection en tension plus élevés. Le raccordement de composants en parallèle peut augmenter la tenue aux courants de chocs de l'ensemble. Par exemple, les composants de coupure ne partagent pas de courant, alors que les composants de blocage peuvent le faire.

Quelques technologies, par exemple, les varistances à oxyde métallique, disposent de caractéristiques tension-courant fondamentalement symétriques pour des tensions de

¹ Les chiffres entre crochets se réfèrent à la Bibliographie.

polarités positive et négative. De tels composants sont classés symétriques bidirectionnels. Les composants ayant des caractéristiques courant-tension positive et négative avec la même forme de base, mais de valeurs caractéristiques différentes de façon significative sont classés asymétriques bidirectionnels.

D'autres technologies, par exemple, les composants PN à semiconducteurs, disposent généralement de caractéristiques tension-courant symétriques.

4.2.2 Composants de blocage

Ces composants de parafoudres disposent de caractéristiques tension-courant continues. Cela signifie généralement que l'équipement protégé est exposé à une tension supérieure au niveau de seuil du parafoudre pendant la majeure partie de la durée du choc de tension. Par conséquent, ces composants de parafoudres dissipent une énergie substantielle pendant la surtension.

4.2.3 Composants de coupure

Ces composants de parafoudres disposent de caractéristiques courant-tension discontinues. Pour une tension définie à la conception, ils basculent vers un état basse tension. Dans cet état basse tension, la puissance dissipée est faible comparée à celle des autres parafoudres qui «limitent» la tension à un niveau de protection particulier. Suite à cette action de coupure, l'équipement protégé est soumis à une tension supérieure à la tension normale du réseau pendant seulement une très courte durée. Si la tension et le courant de fonctionnement du réseau dépassent les caractéristiques de réamorçage du composant de type à coupure, ces composants restent à l'état conducteur. Le choix correct du parafoudre et la conception du circuit permettent le retour du parafoudre à un état de forte résistance sous une tension et pour des courants normaux du réseau.

4.3 Composants limitants de courant

4.3.1 Généralités

Pour limiter une surintensité, il faut que le composant de protection stoppe ou réduise le courant circulant vers la charge protégée. Il existe trois méthodes possibles: interruption, réduction ou écoulement. La majorité des technologies utilisées pour la protection contre les surintensités sont thermiquement activées, conduisant ainsi à des temps de réponse en fonctionnement relativement longs. Tant que la protection contre les surintensités n'a pas fonctionné, il faut que la charge et si possible les parafoudres soient capables de résister au choc.

4.3.2 Composants à interruption de courant

Ces composants ouvrent la boucle de circuit du courant de choc vers le parafoudre ou l'ATI (voir Figure B.1). L'ouverture soudaine d'un circuit transportant un courant conduit habituellement à un arc, particulièrement si le courant est à son niveau de crête. Cet arc est doit être contrôlé pour empêcher tout danger lié à la sécurité. Après une interruption, il est nécessaire de procéder à une maintenance pour rétablir l'utilisation normale. Un exemple de composant à interruption de courant est le fusible.

4.3.3 Composants à réduction de courant

Ces composants réduisent la circulation du courant par insertion d'une série importante de résistances avec la charge (voir Figure B.4). Un exemple de composant à réduction de courant utilisé pour cette fonction est la thermistance à coefficient de température positif (CTP) à auto échauffement. Les surintensités provoquent un chauffage par résistance de la thermistance CTP. Lorsque la température de la thermistance dépasse son seuil de température (typiquement 120 °C), cela conduit à une variation de la résistance de la thermistance de quelques ohms à plusieurs centaines de kilohms, réduisant ainsi le courant. Le courant plus faible après la modification vers une résistance élevée maintient la température de la thermistance CTP, forçant ainsi cette dernière à rester dans un état de

résistance élevée. Une puissance dissipée habituellement par la thermistance d'environ 1 W est nécessaire pour maintenir la température, par exemple, 5 mA à partir d'une surtension de 200 V en courant alternatif. Après le choc, la thermistance CTP refroidit et revient à une valeur de résistance faible (réamorçage). Les limiteurs de courant électroniques à réduction de courant (voir B.3.1.2) fonctionnent lorsque le courant dépasse un seuil prédéterminé et répondent aux surtensions dues à la foudre, ainsi qu'au courant alternatif.

4.3.4 Composants à écoulement de courant

Ces composants créent de manière effective une boucle à faible impédance en parallèle avec la charge (voir Figure B.2). Son activation intervient à la suite de l'échauffement d'un type à limitation de tension ou d'un détecteur de courant de charge. Bien que la charge soit protégée, le courant de choc dans l'alimentation du réseau est le même ou supérieur. Après avoir fonctionné, une opération de maintenance peut s'avérer nécessaire pour rétablir son utilisation normale.

5 Paramètres de choix des parafoudres et des essais appropriés de l'IEC 61643-21

5.1 Généralités

Cet article présente les paramètres des parafoudres et leur adéquation au fonctionnement des parafoudres et au fonctionnement normal des réseaux auxquels ils sont connectés. Ces valeurs de paramètres peuvent être utilisées pour constituer une base de comparaison entre les parafoudres et également servir de guide dans leur choix pour les systèmes de transmission de signaux et les réseaux d'énergie. Les valeurs de ces paramètres sont disponibles auprès des constructeurs et des fournisseurs de parafoudres. La détermination des valeurs, ou leur obtention si elles ne sont pas indiquées par les fournisseurs, doit être effectuée par les essais et méthodes décrits dans l'IEC 61643-21.

FORBIS USE

5.2 Conditions normales de service

5.2.1 Généralités

Les paramètres du parafoudre doivent être adaptés à l'environnement pour lequel le parafoudre est destiné.

5.2.2 Pression atmosphérique et altitude

La pression atmosphérique est comprise entre 80 kPa et 106 kPa. Ces valeurs représentent une altitude de +2 000 m à -500 m, respectivement.

5.2.3 Température ambiante

La température ambiante se situe dans les intervalles suivants:

- plage normale: -5 °C à + 40 °C

NOTE 1 Cette plage s'applique normalement aux parafoudres à usage en intérieur. Ceci correspond au code AB4 de l'IEC 60364-5-51 [51].

- plage étendue: -40 °C à +70 °C

NOTE 2 Cette plage s'applique normalement aux parafoudres à usage en extérieur dans des emplacements non protégés contre les intempéries, classe 3K7 dans l'IEC 60721-3-3 [52].

- plage de stockage: -40 °C à + 70 °C

NOTE 3 Les valeurs hors de cette plage sont spécifiées par le constructeur.

5.2.4 Humidité relative

L'humidité relative se situe dans les intervalles suivants:

- plage normale: 5 % à 95 %

NOTE 1 Cette plage s'applique normalement aux parafoudres à usage en intérieur. Ceci correspond au code AB4 dans l'IEC 60364-5-51.

- plage étendue: 5 % à 100 %

NOTE 2 Cette plage s'applique normalement aux parafoudres à usage en extérieur dans des emplacements non protégés contre les intempéries (par exemple, parafoudre à l'extérieur d'une enveloppe).

5.2.5 Conditions anormales de service

L'exposition du parafoudre à des conditions anormales de service peut nécessiter des dispositions particulières lors de la conception ou de la mise en œuvre du parafoudre, et doit être signalée au constructeur.

5.3 Paramètres du parafoudre qui peuvent affecter le fonctionnement normal du système

Les caractéristiques essentielles de fonctionnement des parafoudres disposant de fonctions à limitation de tension ou à la fois à limitation de tension et de courant utilisés dans la protection des systèmes de télécommunications et de transmission de signaux sont les suivantes:

- tension maximale de régime permanent U_C ;
- niveau de protection en tension U_p ;
- réamorçage sur impulsion;
- résistance d'isolement (courant de fuite);
- courant assigné.

Les parafoudres doivent être conformes aux exigences particulières de l'application. Certains paramètres du parafoudre peuvent influencer les caractéristiques de transmission du réseau. Ces paramètres sont énumérés ci-dessous:

- capacité;
- résistance série;
- perte d'insertion;
- affaiblissement de réflexion;
- affaiblissement de conversion longitudinale;
- paradiaphonie (NEXT).

Par conséquent, il peut être nécessaire de soumettre les parafoudres à des essais choisis dans l'IEC 61643-21. L'Annexe D fournit des informations concernant les systèmes TI (de technologie de l'information) et quelques-unes de leurs caractéristiques de transmission à prendre en compte lors de l'utilisation des parafoudres dans ces réseaux.

6 Gestion du risque

6.1 Généralités

Il convient que le besoin de mesures de protection (par exemple, la protection par parafoudres) pour les systèmes de technologie de l'information soit basé sur une appréciation du risque prenant en considération les probabilités de surtension et de surintensité. L'évaluation de toutes les parties du système de technologie de l'information doit conduire à une protection coordonnée correcte de l'ensemble du réseau. Elle prend ainsi en compte les conséquences d'une perte de fonctionnement pour le client et l'opérateur réseau, l'importance du système (par exemple, les hôpitaux, la régulation de la circulation), l'environnement

électromagnétique pour un lieu particulier (probabilité de dommages) et le coût des réparations.

La décision de mettre en place des mesures de protection doit être évaluée à partir des critères ci-dessous:

- le risque de dommage au réseau à l'extérieur ou à l'intérieur de la structure;
- le risque tolérable de dommage.

Pour la structure et le réseau faisant partie de la structure, le client doit analyser ces deux valeurs. Dans le cas du réseau à l'extérieur de la structure, l'opérateur réseau doit analyser ces valeurs. Comme la pondération des composantes du risque peut conduire à des mesures de protection différentes à l'interconnexion entre le réseau de l'opérateur et le réseau privé (voir Figure 1, point «NT»), le Tableau 1 donne une vue d'ensemble de la répartition des responsabilités concernant les mesures de protection.

Tableau 1 – Responsabilité des mesures de protection

Protection du système de technologie de l'information	Responsabilité
Installation à l'extérieur de la structure; réseau de l'opérateur Appareil de traitement de l'information (ATI) (voir NOTE)	Opérateur réseau / Responsable de la fonction
Installation à l'intérieur de la structure; – réseau de télécommunication privé – Installation d'un système de protection contre la foudre (SPF) – Installation d'un système de mise à la terre et de liaison équipotentielle effaçable – Appareil de traitement de l'information (ATI) (voir NOTE)	Maître d'ouvrage, Client
Interconnexion entre le réseau de l'opérateur et le réseau privé (NT) – Parafoudres, blindages et tuyaux métalliques dans un réseau public: – Parafoudres, blindages et tuyaux métalliques du client dans un réseau privé	Opérateur réseau / Responsable de la fonction Maître d'ouvrage, Client
Mesures de protection supplémentaires tenant compte de l'appréciation du risque	Maître d'ouvrage, Client
NOTE Les exigences de tenue aux chocs des appareils de traitement de l'information sont données dans les recommandations de la série de l'UIT-T K. Elles sont appliquées par le constructeur de l'ATI à la demande des clients.	

6.2 Analyse du risque

L'analyse du risque prend en compte les phénomènes électromagnétiques suivants:

- le bruit induit;
- les décharges de foudre;
- une augmentation du potentiel de terre;
- un contact de puissance.

6.3 Identification du risque

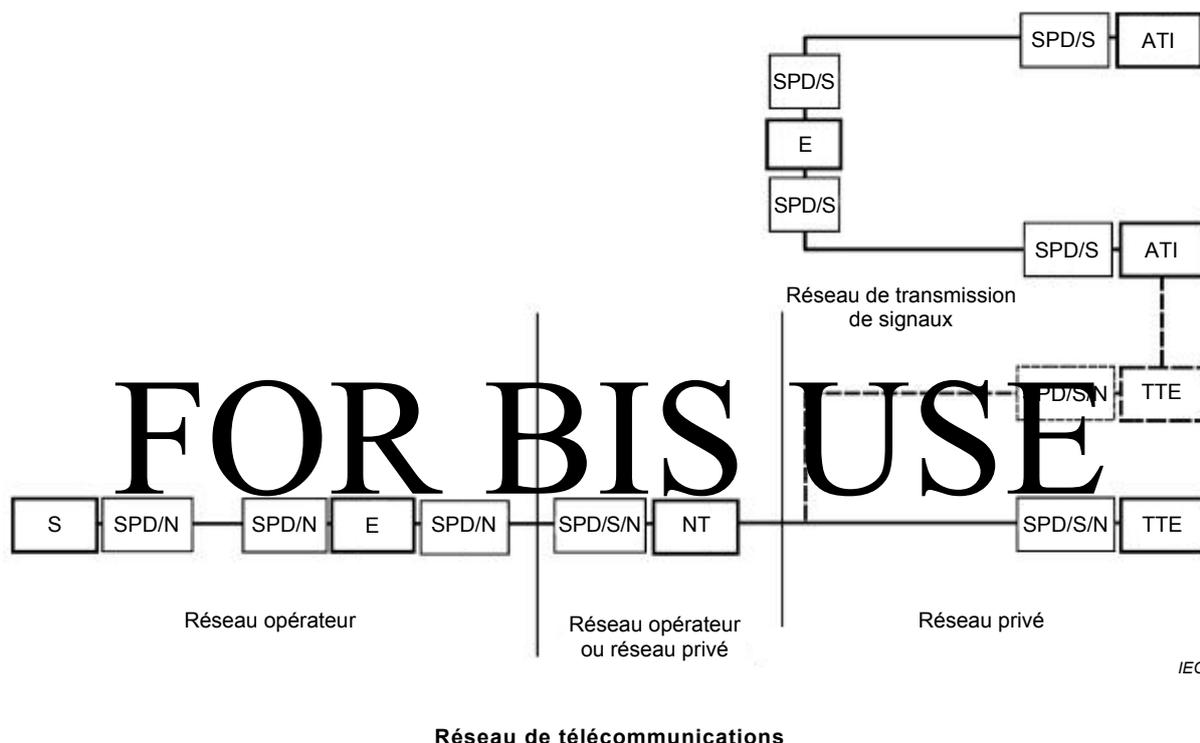
L'identification du risque prend en compte des aspects économiques tels que:

- les coûts (coûts de réparation importants d'un équipement insuffisamment protégé par rapport au coût d'un équipement correctement protégé en l'absence de réparations, probabilité d'apparition de phénomènes électromagnétiques causant des dommages);
- l'application de destination;

- les mesures de protection dans les installations;
- la continuité du fonctionnement;
- la facilité d'entretien de l'équipement (équipement installé dans des lieux difficiles d'accès, par exemple en haute montagne).

6.4 Traitement du risque

Le traitement du risque traite de la réduction des dommages pour l'ensemble du réseau de communications, c'est-à-dire tous les types de réseaux, public et privé, y compris tous les matériels de transmission ou terminaux. L'installation des parafoudres peut être sujette à des exigences et/ou des restrictions indiquées par l'opérateur réseau, l'autorité de réseau et le constructeur du réseau (voir Figure 1 et Figure 2). Pour de plus amples informations concernant la gestion du risque, voir l'Annexe C.

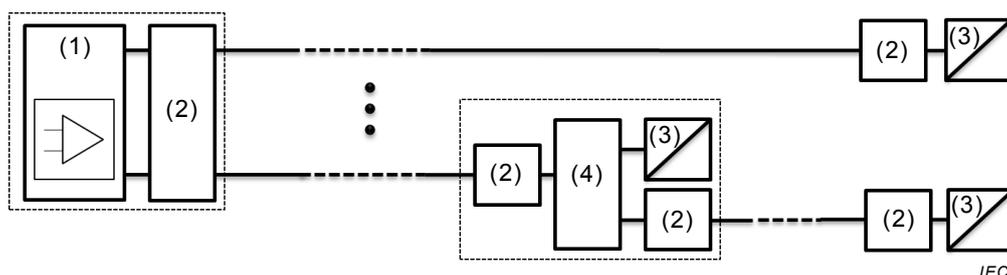


IEC

Légende

SPD/N	exigences/restrictions pour le parafoudre indiquées par l'opérateur réseau ou l'autorité de réseau
SPD/S	exigences/restrictions pour le parafoudre qui peuvent être indiquées par le constructeur du réseau
SPD/S/N	exigences/restrictions pour le parafoudre qui peuvent être indiquées par le constructeur du réseau et l'opérateur réseau ou l'autorité de réseau
S	centre de commutation
E	matériel (par exemple, multiplexeur)
NT	interface avec le réseau externe
ATI	appareil de traitement de l'information ou commande de traitement
TTE	terminal de télécommunication

Figure 1 – Installation des parafoudres dans les réseaux de transmission de signaux et de télécommunications



Légende

- (1) ATI (par exemple, Contrôleur)
- (2) exigences/restrictions pour les parafoudres qui peuvent être indiquées par le client ou l'utilisateur
- (3) ATI (par exemple, Capteur/Actionneur)
- (4) Répartiteur

Figure 2 – Réseau de mesure et de commande (MCR)

7 Mise en œuvre des parafoudres

7.1 Généralités

Pour prendre en compte la mise en œuvre des parafoudres destinés à protéger les équipements connectés aux réseaux de télécommunications et de transmission de signaux, il est important de déterminer les sources possibles de surtension et de surintensité et la façon dont l'énergie de ces sources est couplée à ces réseaux. Celles-ci sont présentées à la Figure 3. La Figure 4 présente les moyens de réduire la quantité d'énergie couplée au réseau.

7.2 Mécanismes de couplage

Les sources principales de transitoires représentant une menace pour les réseaux de télécommunications et de transmission de signaux sont la foudre et le réseau d'énergie électrique. Les méthodes de couplage comprennent le coup de foudre direct sur la structure et le contact direct du réseau d'énergie ainsi que les couplages capacitif, inductif et par rayonnement des deux sources. Un quatrième mécanisme de couplage réside dans l'augmentation de potentiel de terre qui peut aussi provenir des deux sources.

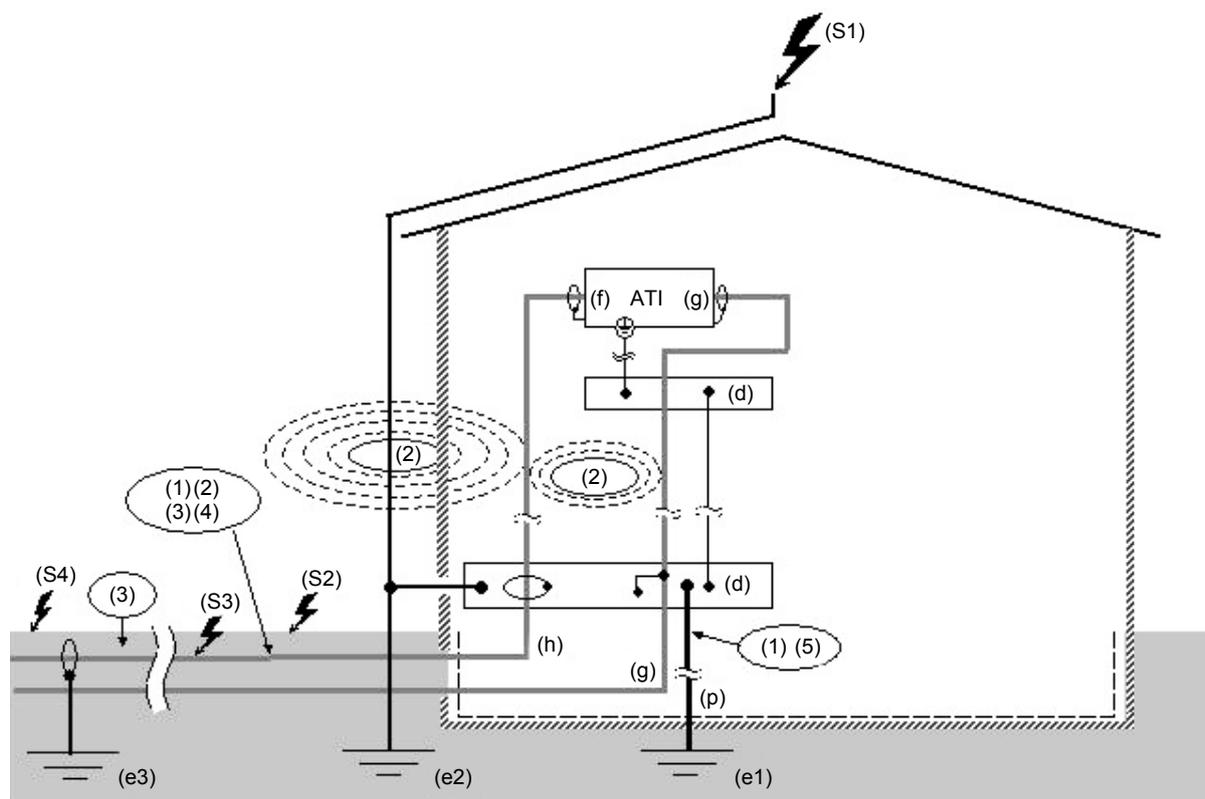
Les mesures de protection doivent être coordonnées avec le système à protéger. A chaque fois que des mesures de protection sont nécessaires dans un bâtiment, une barre d'équipotentialité (EEB) doit être installée. Une importante mesure complémentaire consiste à réduire l'impédance de toutes les connexions de liaison des équipements à la barre d'équipotentialité du bâtiment. Les blindages métalliques des câbles doivent être continus. Ils doivent aussi être raccordés à la barre d'équipotentialité, de préférence directement ou à travers un parafoudre (pour éviter les problèmes de corrosion), aux extrémités du câble. Une autre mesure consiste à équiper les fonctions entrantes de parafoudres adaptés de façon que les surtensions et surintensités transitoires soient réduites à des niveaux compatibles avec le système. Les parafoudres doivent être localisés aussi près que possible de la zone d'entrée commune dans la structure, par exemple, un bâtiment ou une enceinte à travers lequel/laquelle toutes les fonctions entrantes pénètrent. Si une certaine distance est nécessaire entre l'équipement protégé et la zone d'entrée des câbles, une attention particulière doit être portée à la réduction des liaisons de matériel et de l'impédance des conducteurs de liaison des parafoudres.

La Figure 3 décrit la façon dont l'énergie de la foudre et des sources en courant alternatif est couplée dans une structure contenant l'équipement exposé. Il convient de noter que si des coups de foudre directs conduisent au besoin de parafoudres plus robustes, selon la

description du Tableau 2, ils sont aussi les moins fréquents. Les informations contenues dans l'Article 6, qui traite de la gestion du risque, donnent des lignes directrices pour la compréhension de la figure et du tableau. Pour des raisons de simplification, la figure représente un coup de foudre direct descendant un conducteur unique. En réalité, le système dispose de plusieurs conducteurs de descente et le courant de foudre direct est réparti entre eux. Suite à cette répartition du courant, les amplitudes des tensions de choc sont alors réduites par les mécanismes de couplage inductif.

La Figure 3 montre une structure typique avec un système de protection contre la foudre (comprenant des bornes de raccordement, un réseau de liaison et un système de mise à la terre), des fonctions entrantes (probablement le téléphone ou d'autres connexions de télécommunication (h) et d'alimentation (g)), ainsi que le matériel installé. La figure comprend une liaison de protection contre la foudre en un point unique (d). Cette disposition, qui est recommandée, raccorde toutes les fonctions entrantes à l'entrée du bâtiment à un point de terre commun et unique (barre principale d'équipotentialité). Ce point de terre commun est un point unique raccordé au conducteur de descente de la foudre et peut disposer d'une terre séparée pour des raisons de conformité aux exigences nationales. Il convient que toutes les fonctions entrant dans le bâtiment soient raccordées à ce point de mise à la terre afin de créer un environnement équipotentiel pour tous les systèmes du bâtiment. La figure montre aussi une disposition de liaison équipotentielle locale sur ou à côté de l'équipement du bâtiment (barre d'équipotentialité d'étage). Dans cette disposition, un environnement équipotentiel est créé pour chaque étage, salle d'équipement et même éventuellement châssis de matériel par un point de référence de terre commun à l'entrée du câble. Toutes les fonctions entrant dans la zone sont référencées à la terre (soit à travers des parafoudres soit directement). Ce point de liaison équipotentielle locale est un point unique raccordé à la liaison principale du bâtiment et ne dispose pas d'une connexion séparée à la terre. Des exemples de disposition de liaison dans les structures avec entrées multipoints de fonctions externes sont présentés en E.2.2 de IEC 62375-7:2010 [13].

Le Tableau 2 montre la relation entre la source des transitoires et le mécanisme de couplage (par exemple, couplage résistif d'un coup de foudre direct). Les formes d'ondes de tension et de courant ainsi que les catégories d'essai sont choisies dans le Tableau 3 de l'IEC 61643-21:2012.



Légende

- FOR BIS USE**
- (d) barre d'équipotentialité (EBB)
 - (e1) terre du bâtiment
 - (e2) terre du système de protection contre la foudre
 - (e3) terre du blindage du câble
 - (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
 - (g) accès pour l'alimentation électrique
 - (h) ligne ou réseau de technologie de l'information/ télécommunications
 - (p) conducteur de mise à la terre
 - (S1) coup de foudre direct sur la structure
 - (S2) coup de foudre à proximité de la structure
 - (S3) coup de foudre direct sur la ligne de télécommunications/d'alimentation
 - (S4) coup de foudre à proximité de la ligne de télécommunications/d'alimentation
 - (1) ... (5) mécanismes de couplage, voir Tableau 2

Figure 3 – Mécanismes de couplage

Tableau 2 – Mécanismes de couplage

Source de transitoires	Coup de foudre direct sur la structure		Coup de foudre sur le sol à proximité de la structure	Coup de foudre direct sur la ligne	Coup de foudre sur le sol à proximité de la ligne	Influence en courant alternatif
	(S1)		(S2)	(S3)	(S4)	
Couplage	Résistif (1)	Inductif (2)	Inductif ^a (2)	Résistif (1, 5)	Inductif (3)	Résistif (4)
Forme d'onde de la tension (µs)	-	1,2/50	1,2/50	-	10/700	50 Hz / 60 Hz
Forme d'onde du courant (µs)	10/350	8/20	8/20	10/350 ^c , 10/250	5/320	-
Catégorie préférentielle ^b	D1	C2	C2	D1, D2	B2	A2

NOTE (1) – (5) voir Figure 3, mécanismes de couplage.

^a S'applique aussi pour les couplages capacitif/inductif de coupure dans les réseaux d'alimentation voisins.

^b Voir Tableau 3 de l'IEC 61643-21:2012.

^c L'impulsion d'essai de coup de foudre direct simulé est décrite par l'IEC comme une valeur de courant de crête et une charge totale. La forme d'onde caractéristique que peuvent réaliser ces paramètres est une impulsion exponentielle double, la forme d'onde 10/350 étant utilisée dans cet exemple.

7.3 Utilisation, choix et installation des parafoudres

7.3.1 Exigences d'utilisation des parafoudres

7.3.1.1 Généralités

Les parafoudres doivent être conformes à l'IEC 61643-21 et aux spécifications qui font référence au système à protéger.

Pour les utilisations des parafoudres dans le réseau d'alimentation électrique public, des exigences autres ou supplémentaires peuvent s'appliquer et ne sont pas traitées dans les paragraphes suivants. Les paragraphes suivants traitent de l'application des parafoudres dans les systèmes de technologie de l'information à l'intérieur des structures.

7.3.1.2 Choix des parafoudres pour la réduction des effets de la foudre

L'action de limitation des chocs provoque l'absorption ou la réflexion de l'énergie par le parafoudre. Les parafoudres doivent être choisis conformément au Tableau 3 de l'IEC 61643-21:2012, sur la base de l'appréciation du risque de l'IEC 62305-2, y compris les informations concernant le courant de crête de choc et la forme d'onde (par exemple, 5 kA 8/20).

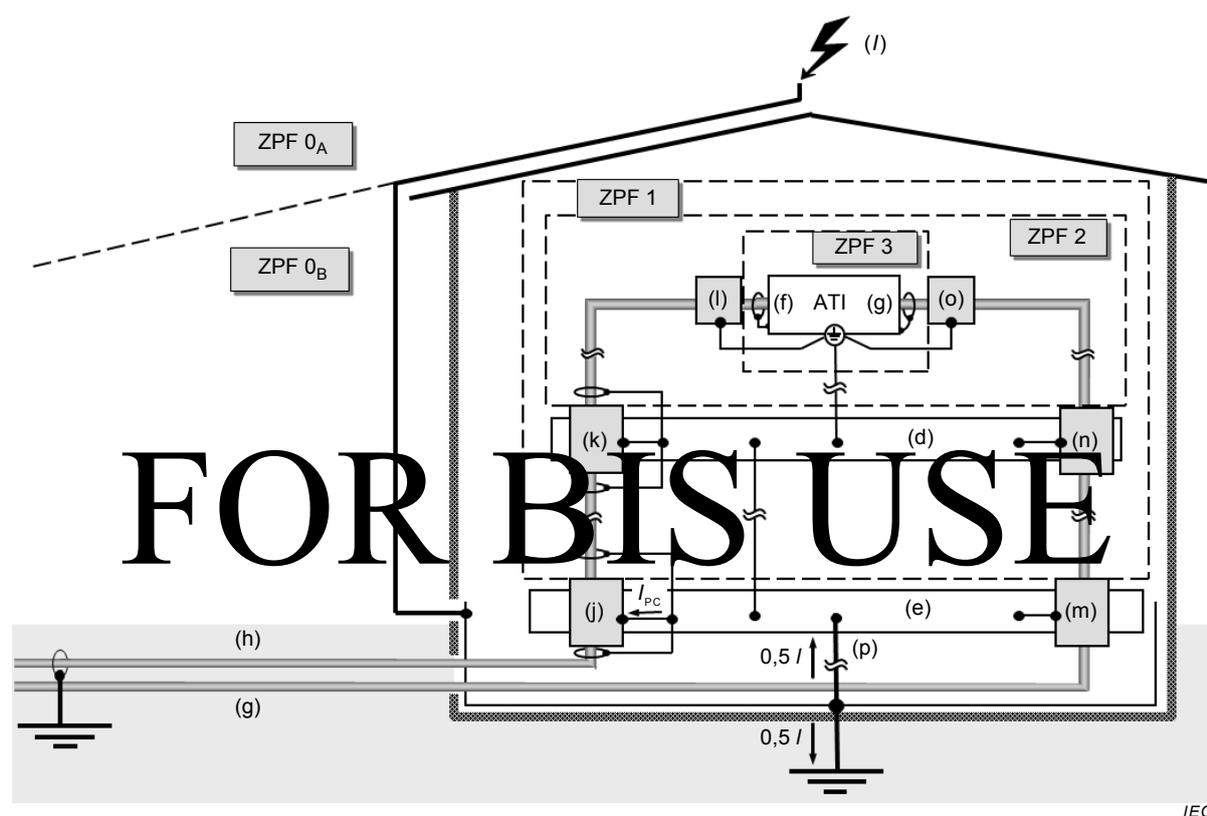
Lors de la détermination des mesures de protection, les exigences de protection de chacun des divers emplacements protégés (voir Figure 4) doivent être prises en compte. Il convient que les dispositifs de protection soient utilisés en cascade aux interfaces de la zone (pour la gestion des zones de protection contre la foudre, voir l'IEC 62305-4). Le concept de zone est particulièrement approprié lorsqu'un système physique de protection contre la foudre existe. Par exemple, le premier niveau de protection (j, m), situé à l'entrée du bâtiment, sert principalement à protéger l'installation contre la destruction. Il convient que cette protection soit conçue et calibrée pour une telle menace. La sortie de cette protection a une énergie de choc réduite qui devient l'entrée de la protection aval suivante. Les niveaux de protection suivants (k, l et n, o) réduisent encore le niveau de choc à une valeur acceptable par la protection ou l'équipement aval suivant (voir aussi 7.3.1.3).

FOR BIS USE

La Figure 4 est un exemple de concept de protection contre la foudre conformément à l'IEC 62305-1.

Selon les niveaux de menace surtension/surintensité et les caractéristiques des parafoudres, un seul parafoudre peut être utilisé pour protéger l'équipement dans un bâtiment. Plusieurs niveaux de protection peuvent être déterminés au moyen d'un circuit de protection combiné dans un même parafoudre. Selon l'emplacement des équipements, un parafoudre unique peut être utilisé pour protéger plusieurs zones dans un même bâtiment.

Si les parafoudres sont mis en cascade, il convient de prendre en compte les conditions de coordination de l'Article 9.



Légende

- (d) barre d'équipotentialité (EBB) à la limite de la zone de protection contre la foudre (ZPF)
- (e) Barre d'équipotentialité principale (MEBB)
- (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
- (g) accès/ligne pour l'alimentation électrique
- (h) ligne ou réseau de technologie de l'information/télécommunications
- I_{PC} courant de choc partiel d'un courant de foudre
- I courant de foudre direct conformément à l'IEC 62305-1, qui entraîne des courants partiels de foudre I_{PC} à l'intérieur des bâtiments à travers différentes boucles de couplage
- (j), (k), (l) parafoudre selon le Tableau 3 (voir aussi le Tableau 3 de l'IEC 61643-21)
- (m, n, o) parafoudre selon les classes d'essai I, II et III de l'IEC 61643-11
- (p) conducteur de mise à la terre
- ZPF 0A...3 zone de protection contre la foudre 0A ... 3 conformément à l'IEC 62305-1

Figure 4 – Exemple de configuration du concept de protection contre la foudre

7.3.1.3 Choix des parafoudres pour réduire les transitoires

Il convient de choisir les parafoudres en fonction des zones de protection en cascade de 7.3.1.2 et du Tableau 3. (Se référer à l'Article 9 pour la coordination.) Dans ce but, les dispositifs de protection sont choisis de façon telle que l'indication de tension de limite U_p pour le parafoudre soit plus faible que la valeur de tension qui est à observer dans le parafoudre ou l'ATI suivant (voir Figure 5).

Le choix en accord avec les zones de protection contre la foudre du Tableau 3 suppose que des parties du courant total de foudre I sur l'interface des zones ZPF0 / ZPF1 font l'objet d'un couplage résistif avec le système de technologie de l'information à travers le parafoudre (j) (courant partiel de foudre I_{PC}). La forme d'onde de foudre résultante qui se propage dans le système de technologie de l'information est modifiée par le câblage du système et le fonctionnement du parafoudre. Si le niveau de protection du parafoudre (j) est supérieur au niveau de tenue aux chocs de l'équipement, installer un parafoudre supplémentaire avec un niveau de protection approprié coordonné avec le parafoudre (j). En variante, remplacer le parafoudre (j) par un parafoudre de niveau de protection adapté.

Les courants de choc qui sont induits par les effets électromagnétiques d'un coup de foudre, ou par des transitoires résiduels dans les installations de limitation préinstallées (parafoudres), sont représentés par la forme d'onde du courant 8/20.

Les tensions dues à des coups de foudre à proximité des lignes de technologie de l'information/télécommunications, mais à distance de l'ATI raccordé à ces lignes, sont représentées par la forme d'onde de la tension 10/700 (se référer au Tableau 9 de l'IEC 61643-21:2012).

Tableau 3 - Aide au choix pour la calibration des parafoudres pour un usage dans des interfaces (de zones) conformément à l'IEC 62305-1

Zone de protection contre la foudre		ZPF 0/1	ZPF 1/2	ZPF 2/3
Exigences pour les parafoudres (Catégorie du Tableau 3, IEC 61643-21)	Parafoudre (j)*	D1, D2 B2	---	---
	Parafoudre (k)*	---	C2/B2	---
	Parafoudre (l)*	---	---	C1
* Parafoudre (j), (k), (l), voir Figure 4.				
NOTE La plage des valeurs de choc indiquées en ZPF 2/3 inclut les exigences de tenue aux chocs minimales usuelles et peut être appliquée dans l'équipement à la demande des clients.				

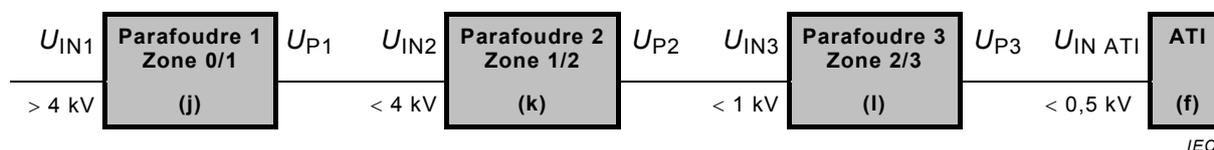


Figure 5 – Exemple de configuration selon les zones (Figure 4)

Généralement, le nombre de parafoudres nécessaires pour réaliser la protection de l'équipement détermine le nombre de limites de ZPF où les parafoudres sont installés. La protection de l'équipement peut aussi être réalisée en employant un parafoudre unique qui utilise un circuit de protection combiné tel que décrit en 7.3.1.1.

Il convient de prendre en compte les conditions de coordination entre les dispositifs de protection en cascade (j) jusqu'au parafoudre 3 (l) selon l'Article 9.

7.3.1.4 Choix des parafoudres pour réduire les tensions de choc à basse fréquence

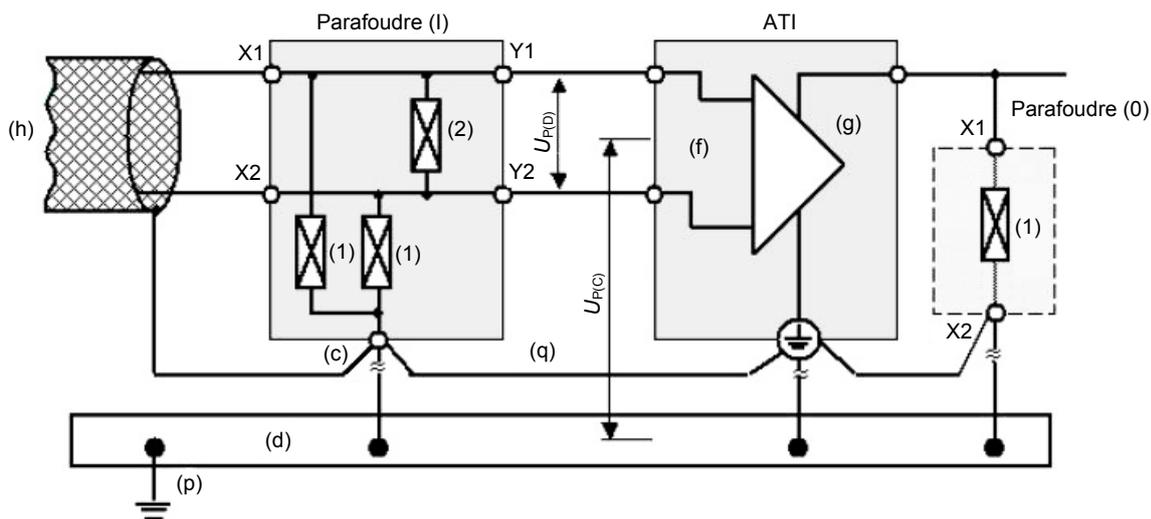
Si des lignes de télécommunication sont exposées à des surtensions provenant de défauts de lignes d'alimentation, il convient que la tension des lignes par rapport au potentiel de la terre locale soit limitée en raccordant des parafoudres entre les conducteurs de phase et la borne de terre. Il convient que la rigidité diélectrique de l'équipement terminal soit choisie en tenant compte de la tension de claquage du dispositif de protection et de l'impédance entre la ligne de protection et la connexion de terre. Il convient de choisir les exigences appropriées à partir des normes de familles de produit/produits, c'est-à-dire les recommandations de l'UIT-T K.20, K.21 et K.45 [15, 16, 17]. La protection des lignes de télécommunications contre les chocs à la fréquence industrielle peut être effectuée par l'utilisation de parafoudres à limitation de tension ou à coupure.

7.3.1.5 Compatibilité en limitation de tension des parafoudres par rapport au système à protéger

Il est important de s'assurer que les spécifications de limitation de tension de mode commun et de mode différentiel du parafoudre sont adaptées aux exigences de protection du système (voir Figure 6).

Pour assurer la compatibilité du système, il convient que les essais de coordination de chocs sur les équipements protégés par des parafoudres soient effectués par le constructeur des équipements, comme indiqué dans les recommandations de l'UIT-T K.20, K.21 ou K.45.

FOR BIS USE



IEC

Légende

- (c) point de raccordement d'un parafoudre, auquel généralement tous les composants de limitation de tensions de choc de mode commun se réfèrent dans le parafoudre
- (d) barre d'équipotentialité (EBB)
- (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
- (g) accès pour l'alimentation électrique
- (h) ligne ou réseau de technologie de l'information/télécommunications
- (I) parafoudre selon le Tableau 3 (voir aussi le Tableau 3 de l'IEC 61643-21)
- (o) parafoudre pour alimentation
- (p) conducteur de mise à la terre
- (q) raccordement nécessaire (aussi court que possible)

$U_{P(C)}$ tension de mode commun limitée au niveau de protection

$U_{P(D)}$ tension de mode différentiel limitée au niveau de protection

X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants de limitation (1, 2) sont, respectivement connectés et auxquelles le côté non protégé d'un parafoudre est raccordé

Y1, Y2 bornes d'un parafoudre du côté protégé

(1) composant de protection contre les tensions de choc conformément à la série IEC 61643-3xx pour limiter les tensions de mode commun [[3] [5] [6] [7]]

(2) composant de protection contre les tensions de choc conformément à la série IEC 61643-3xx pour limiter les tensions de mode différentiel [[3] [5] [6] [7]]

Figure 6 – Exemple de mesures de protection de l'information (f) et de l'entrée de tension d'alimentation (g) d'un ATI contre les tensions de mode commun et les tensions de mode différentiel

7.3.2 Considérations sur le câblage lors de l'installation d'un parafoudre

7.3.2.1 Généralités

Il convient que l'installation réduise la chute de tension due aux conducteurs dans les raccords/connexions.

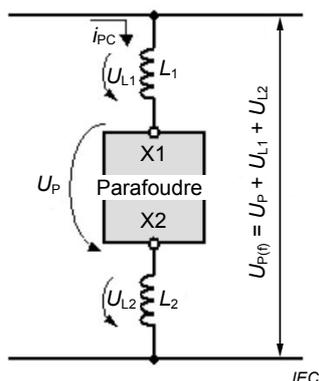
Les mesures suivantes, conjointement à un niveau de protection faible pour U_p , constituent les règles de base qui permettent d'éviter, pendant le processus de limitation, tout accroissement de tension supplémentaire susceptible de résulter d'un câblage incorrect (couplage, phénomène de boucle, inductance de câble), et ainsi assurent un effet de limitation en tension efficace.

Un effet de limitation en tension efficace est assuré:

- par l'installation du parafoudre aussi près que possible de l'équipement (voir 7.3.2.3);
- en évitant les longs raccords et en réduisant les courbures inutiles entre les bornes X1 et X2 du parafoudre (voir Figure 7) et là où la protection est appliquée. La disposition telle que décrite à la Figure 8 est optimale.

7.3.2.2 Parafoudre à deux bornes

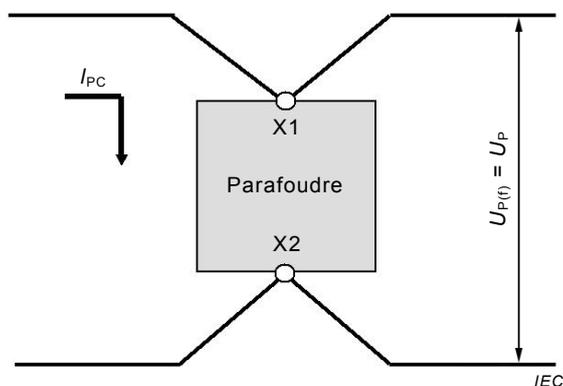
Les Figures 7 et 8 représentent deux façons possibles d'installer un parafoudre à deux bornes. La seconde installation empêche les effets secondaires de la longueur du raccord de protection.



Légende

- L_1, L_2 inductance du conducteur d'un raccord
- U_{L1}, U_{L2} sur-tension attribuée aux tensions en mode normal induites par le rapport U/dt du courant de choc I_{PC} en fonction de la longueur totale du conducteur ou d'une unité de longueur
- X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants de limitation (1, 2, voir Figure 6) sont connectés par rapport au côté non protégé d'un parafoudre
- I_{PC} courant de choc partiel d'un courant de foudre
- $U_{p(f)}$ tension (niveau de protection efficace) à l'entrée (f) d'un ATI résultant du niveau de protection U_p et de la chute de tension le long du conducteur de raccordement entre le dispositif de protection et l'équipement à protéger. Il convient de noter que U_{L1} et $U_{L2} = 0$ V avant que le parafoudre ne devienne conducteur et, pour un parafoudre de type à coupure, U_p devient la tension résiduelle lorsque le parafoudre devient conducteur.
- U_p tension à la sortie d'un parafoudre (niveau de protection)

Figure 7 – Influence des tensions U_{L1} et U_{L2} sur le niveau de protection U_p générées par l'inductance des raccords



Légende

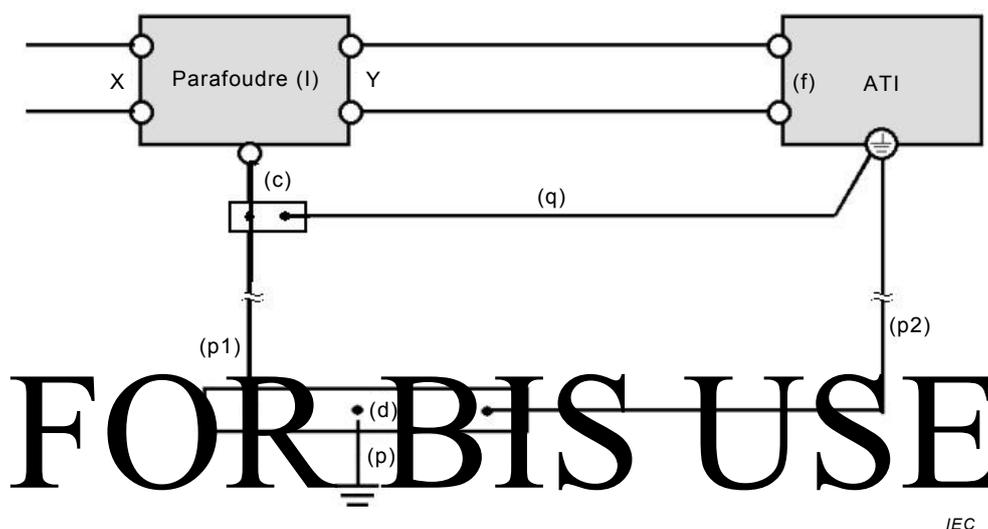
- X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants de limitation (voir Figure 6) sont connectés par rapport au côté non protégé d'un parafoudre

- I_{PC} courant de choc partiel d'un courant de foudre
 $U_{P(f)}$ tension à l'entrée (f) de l'équipement à protéger (niveau de protection efficace) résultant du niveau de protection et du conducteur de raccordement entre le dispositif de protection et l'équipement à protéger
 U_P tension à la sortie d'un parafoudre (niveau de protection)

Figure 8 – Suppression des tensions U_{L1} et U_{L2} de l'unité de protection par connexion des raccords à un point commun

7.3.2.3 Parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne

Un résultat efficace de limitation en tension nécessite une observation orientée système, qui est tenue de prendre en considération les différentes conditions pouvant exister entre le dispositif de protection et l'ATI.



Légende

- (c) point de raccordement commun d'un parafoudre, auquel généralement tous les composants de limitation de tensions de choc de mode commun se réfèrent dans le parafoudre
 (d) barre d'équipotentialité (EBB)
 (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
 (I) parafoudre selon le Tableau 3 (voir aussi le Tableau 3 de l'IEC 61643-21)
 (p) conducteur de mise à la terre
 (p1),(p2) conducteur de mise à la terre (aussi court que possible). Pour un ATI alimenté à distance (p2) peut ne pas exister
 (q) raccordement nécessaire (aussi court que possible)
 X, Y bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants de limitation (1, 2, voir Figure 6) sont connectés par rapport à l'accès non protégé d'un parafoudre

Figure 9 – Conditions d'installation nécessaires pour un parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne avec un ATI pour réduire les influences des interférences sur le niveau de protection

Mesures supplémentaires:

- Ne pas faire cheminer ensemble le câble vers l'accès protégé avec le câble vers l'accès non protégé.
- Ne pas faire cheminer ensemble le câblage vers l'accès protégé avec le conducteur de terre (p).

- Le raccordement du côté protégé des parafoudres à l'ATI à protéger doit être aussi court que possible ou blindé.

7.3.2.4 Effets des surtensions induites par la foudre sur les systèmes à l'intérieur des bâtiments

Des surtensions induites par la foudre peuvent se produire à l'intérieur des bâtiments, couplées au réseau interne, par les mécanismes décrits en 7.2. Ces surtensions sont généralement de mode commun, mais peuvent aussi être de mode différentiel. Le claquage de l'isolant et/ou une défaillance d'un composant de l'ATI peuvent être des conséquences de ces surtensions.

Afin de limiter ces effets, il convient d'installer les parafoudres conformément à la Figure 6.

Les autres mesures qui peuvent être prises sont les suivantes:

- liaison équipotentielle (q) entre le parafoudre et l'ATI pour réduire la tension de mode commun (voir Figure 9);
- utilisation de lignes à paires torsadées pour réduire la tension de mode différentiel;
- utilisation de lignes blindées pour réduire la tension de mode commun;
- pour la base de calcul sur les différentes configurations de boucles, voir l'Annexe A de l'IEC 62305-4:2010.

7.3.3 Comparaison entre les classifications de parafoudres de l'IEC 61643-11 et de l'IEC 61643-21

Le choix du courant de choc d'un parafoudre repose sur le partage du courant de foudre des fonctions (par exemple énergie, informations, télécommunications) et peut faire l'objet d'un calcul pour les coups de foudre conformément à l'Annexe E de l'IEC 62305-1:2010 ou sur la base du Tableau 4.

Le Tableau 4 présente un exemple de relation entre les classes d'essai et les catégories de parafoudres pour services d'alimentation et de transmission de signaux installés aux limites des ZPF.

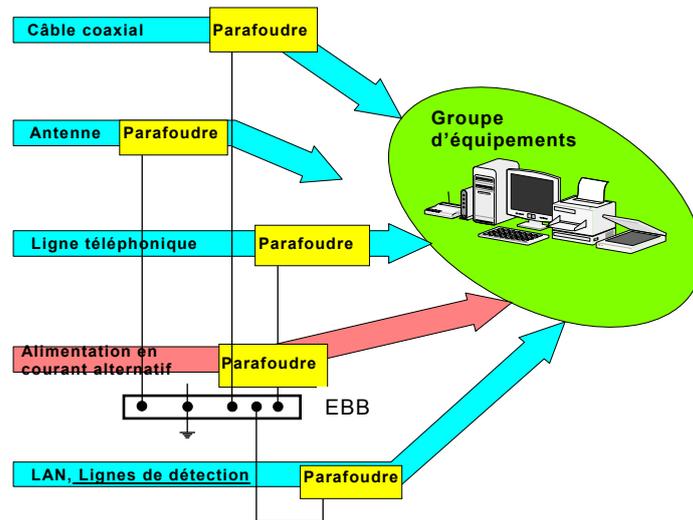
Tableau 4 – Relation entre les classifications de parafoudres de l'IEC 61643-21 et de l'IEC 61643-11

Zones ZPF	Catégorie de parafoudre conformément à l'IEC 61643-21	Zones ZPF	Classe d'essai de parafoudre conformément à l'IEC 61643-11
0/1	D1	0/1	I
1/2	C2	1/2	II
2/3	C1	2/3	III

8 Parafoudres multifonctions

La pratique courante de mise en œuvre de parafoudres au point d'entrée d'un bâtiment dans le cadre d'une fonction d'alimentation en courant alternatif/courant continu ou de télécommunications peut ne pas être suffisante pour assurer la protection des groupes d'équipements sensibles aux chocs tels que les postes de travail informatisés et les centres multimédia. Des courants de choc internes peuvent apparaître sur les câbles de transmission de signaux du fait de l'existence d'un couplage inductif au sein du réseau de câbles du bâtiment, de l'écoulement du courant des parafoudres dans le système de mise à la terre et des différences observées dans le potentiel d'électrode de mise à la terre. Un parafoudre multifonction complète la protection existante par l'apport d'une protection locale au groupe d'équipements. Les fonctions sont acheminées par le parafoudre multifonction qui les protège entre le groupe et un point de référence commun et limite les courants de choc circulant dans les interconnexions de terre du groupe.

Ces dispositifs sont constitués d'une combinaison de circuits de protection dans une enveloppe unique pour au moins deux fonctions différentes, ce qui limite les tensions de choc dans l'équipement et fournit une liaison équipotentielle entre les différentes fonctions. Les circuits de protection contre les tensions de choc des dispositifs de protection combinés doivent être conformes aux exigences de l'IEC 61643-11 pour le circuit d'alimentation électrique et aux exigences de l'IEC 61643-21 pour les circuits de télécommunications/de transmission de signaux. Parafoudre multifonction appelé MSPD.

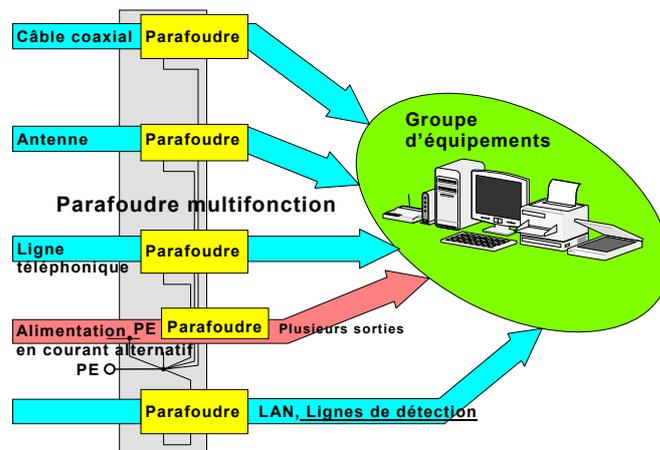


FOR B I S USE

IEC
Figure 10 - Parafoudres individuels

Certaines méthodes de câblage peuvent générer des chocs à induction magnétique dans le câblage du bâtiment, une augmentation du potentiel de terre et une liaison inadaptée entre les fonctions d'alimentation et de télécommunications. Le parafoudre multifonction a été développé pour protéger les équipements et les groupes d'équipements localisés contre les problèmes présentés à la Figure 10, où le groupe d'équipements est connecté à de nombreuses fonctions.

Une caractéristique essentielle de conception et de fabrication d'un parafoudre multifonction est la liaison entre les parafoudres dédiés aux fonctions individuelles. Ceci réduit les différences de tension entre les fonctions, voir Figure 11.



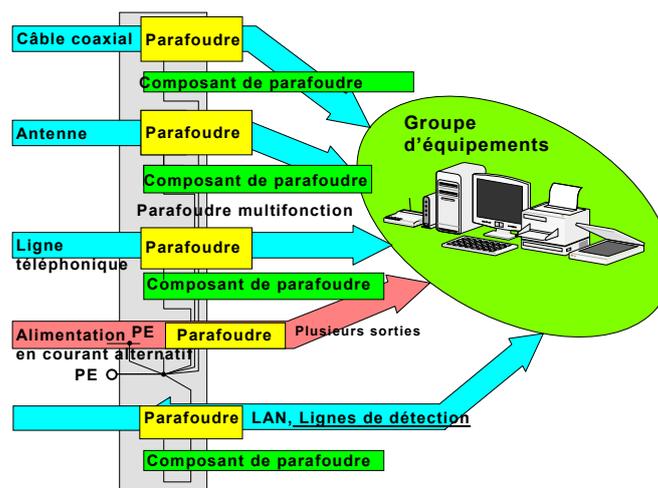
IEC

Figure 11 – Parafoudre multifonction avec option de connexion PE

Selon l'application, une borne de terre peut être nécessaire.

La vérification de la liaison du parafoudre multifonction consiste à appliquer une tension de choc entre les fonctions individuelles, leurs terres ou les deux à la fois, puis à mesurer le courant de terre conventionnel de non-fonctionnement du côté protégé du parafoudre multifonction.

Le point de référence peut être partagé à l'intérieur du dispositif par une liaison directe, Figure 11, ou par l'intermédiaire d'un composant approprié, Figure 12, tel qu'un SPC (composant de parafoudre) qui maintient l'isolation dans des conditions normales, mais offre une liaison efficace lors d'un choc dans un ou les deux systèmes. Ces SPC peuvent être intégrés dans le parafoudre.



IEC

- a Le point de référence peut être partagé à l'intérieur du dispositif par une liaison directe, ou par l'intermédiaire d'un dispositif approprié, tel qu'un parafoudre qui maintient l'isolation dans des conditions normales, mais offre une liaison efficace lors d'un choc dans un ou les deux systèmes.

Figure 12 – Parafoudre multifonction avec transitoire de liaison des composants de parafoudre aux bornes PE

Le point de référence peut être partagé à l'intérieur du dispositif par une liaison directe, ou par l'intermédiaire d'un dispositif approprié, tel qu'un parafoudre qui maintient l'isolation dans des conditions normales, mais offre une liaison efficace lors d'un choc dans un ou les deux systèmes.

Le parafoudre multifonction doit être situé à proximité de l'équipement à protéger (ordinateur, téléphone, etc.). Conformément à l'IEC 62305, les parafoudres multifonctions sont utilisés dans les ZPF 1-2 ou les ZPF 2-3. Par conséquent, le parafoudre multifonction n'est pas conçu pour traiter les courants de foudre directs qui se produisent dans la Zone 0-1. Le Tableau 5 présente la relation entre la ZPF et les catégories d'essai demandées des parafoudres multifonction.

Tableau 5 – Relation entre la ZPF et les catégories d'essai demandées des parafoudres multifonction

Zone de protection contre la foudre	Catégorie d'essai des parafoudres conformément à l'IEC 61643-21	Classe d'essai des parafoudres conformément à l'IEC 61643-11
ZPF 0/1	Non applicable	Non applicable
ZPF 1/2	C2	II
ZPF 2/3	C1	III

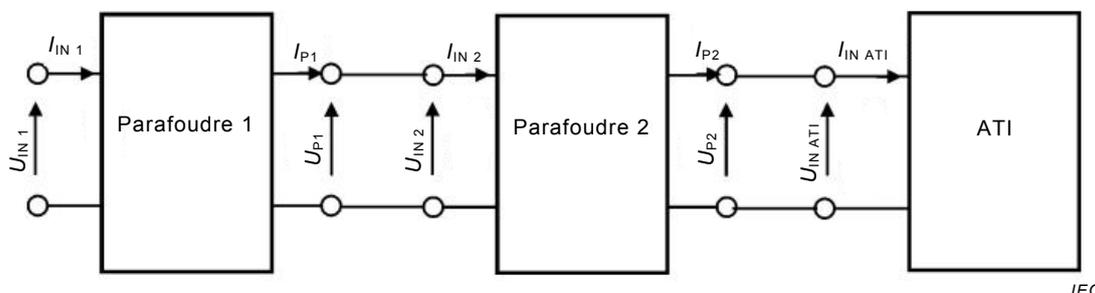
Outre la fonction de limitation de tension de l'accès au secteur et aux informations, le parafoudre multifonction doit satisfaire aux propriétés de transmission et d'installation de l'interface de communication / information qu'il prend en charge.

FOR BIS USE

9 Coordination des parafoudres ATI

Afin d'assurer que deux parafoudres en cascade ou un parafoudre et un ATI à protéger sont coordonnés lors de conditions de surtension, les niveaux de protection en sortie du parafoudre 1 ne doivent pas dépasser les niveaux de tenue aux chocs en entrée du parafoudre 2 ou de l'ATI dans toutes les conditions connues et assignées.

La coordination de deux parafoudres en cascade est réalisée si les critères suivants sont satisfaits: $U_p < U_{IN}$ et $I_p < I_{IN}$ (Figure 13). Si ces conditions de coordination ne sont pas réalisées, une coordination peut être réalisée au moyen d'un élément de découplage qui peut être déterminé par mesurage.



Légende

- $U_{IN2}; U_{IN\ AT I}$ tension en circuit ouvert du générateur utilisé pour la vérification de la tenue aux chocs
- $I_{IN2}; I_{IN\ AT I}$ courant de court-circuit du générateur utilisé pour la vérification de la tenue aux chocs
- U_p niveau de protection en tension
- I_p courant coupé limité

NOTE Dans le cas des parafoudres à un accès, il convient de tenir compte d'une chute de tension supplémentaire dans les raccords connectés en dérivation.

Figure 13 – Coordination de deux parafoudres

Dans le cas des parafoudres à un accès, il convient de tenir compte d'une chute de tension supplémentaire dans les raccords connectés en dérivation. Un exemple donné dans l'IEC 61643-12 traite de cet aspect par une réduction de U_W (tenue en tension) de 20 %.

Dès lors qu'un parafoudre comprend au moins un dispositif limiteur de tension non linéaire, la tension de protection de sortie en circuit ouvert est une version déformée de la surtension (en circuit ouvert) appliquée par le générateur d'essai. Cela rend difficile l'établissement d'une règle générale concernant la coordination des parafoudres de type «boîte noire». Il est plus sûr d'utiliser les parafoudres recommandés par le constructeur. Le constructeur est capable d'évaluer comment la coordination peut être réalisée ou peut être déterminée par essai. Pour la coordination des parafoudres avec l'ATI, les exigences/informations/rapports d'essai des constructeurs de l'ATI sont exigés.

FOR BIS USE

Annexe A (informative)

Composants limiteurs de tension

A.1 Composants de blocage

A.1.1 Généralités

Ces composants de blocage connectés en dérivation sont des éléments non linéaires qui limitent les surtensions dépassant une tension donnée en fournissant une boucle à faible impédance pour écouler les courants.

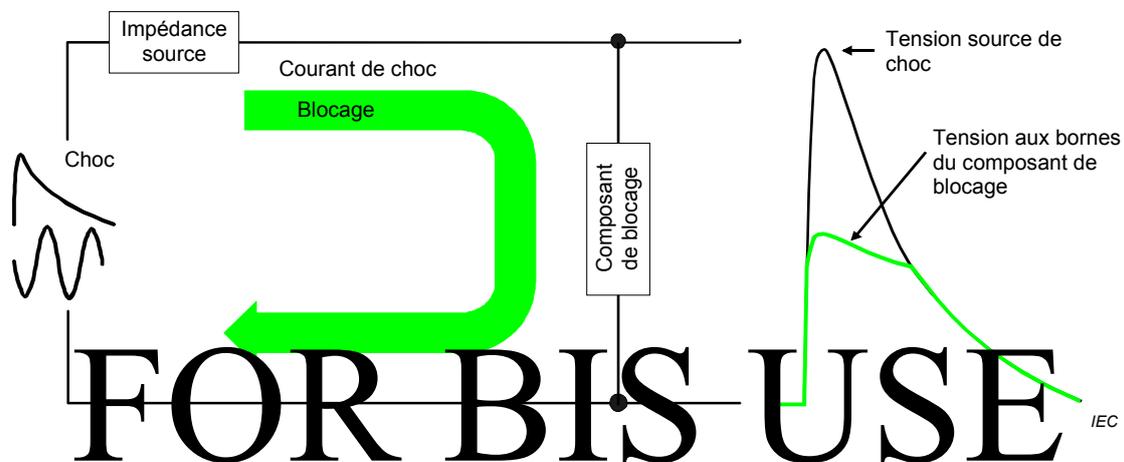


Figure A.1 – Comportement des composants de blocage

A.1.2 Varistance à oxyde métallique (MOV – Metal oxide varistor)

Une MOV est une résistance non linéaire constituée d'oxydes métalliques. Sur la majeure partie de la plage de limitation de tension, la tension aux bornes de la MOV croît de façon non linéaire avec le courant. Aux niveaux les plus élevés du courant, la résistance volumique du matériau prédomine, rendant sa caractéristique à peu près linéaire.

Les composants MOV sont disponibles avec des tensions U_c d'environ 5 V et plus, et une tolérance usuelle de $\pm 10\%$ environ. Dans des conditions de courant de choc élevé, la tension de limitation de la MOV peut augmenter de manière significative. Cela peut faciliter la coordination des parafoudres en cascade, mais l'équipement en aval peut être exposé à des niveaux de haute tension.

La MOV a un temps de réponse court, la rendant adaptée pour limiter les tensions transitoires rapides. Elle a aussi une capacité calorifique élevée et peut dissiper des quantités d'énergie relativement grandes. L'exposition à plusieurs chocs de courants assignés ou à quelques courants dépassant la caractéristique assignée du composant dégrade la MOV. Cette dégradation provoque une diminution de U_c et doit être prise en considération dans l'utilisation de ces composants.

Les composants MOV présentent une capacité élevée. Cette caractéristique limite son utilisation à certaines applications à haute fréquence.

A.1.3 Semiconducteurs au silicium

A.1.3.1 Généralités

Ces composants sont constitués d'une ou de plusieurs jonctions PN.

Généralement, ces composants ont une aptitude à traiter une énergie relativement faible et sont sensibles à la température. Ils sont utilisés dans le cas où une aptitude à limiter rapidement la tension est exigée et peuvent fournir des valeurs de limitation de tension de 1 V et au-dessus.

A.1.3.2 Jonction PN polarisée en sens direct

Une jonction PN polarisée en sens direct a une tension directe (V_f) d'environ 0,5 V. Sur la majeure partie de la plage de limitation de tension, le courant de diode croît rapidement avec l'augmentation de la tension appliquée. Dans des conditions de courant élevé, la tension directe V_f peut croître jusqu'à 10 V ou davantage.

Dans des conditions de tension appliquée croissant rapidement, la diode peut présenter un certain dépassement de la tension. Ce dépassement (tension de rétablissement en sens direct, V_{frm}) peut être supérieur à la tension directe par courant élevé. En polarisation en sens direct, la diode a une capacité relativement élevée. Cette capacité dépend des niveaux du signal et de la polarisation en courant continu. Si la diode est utilisée en polarisation inverse, la capacité est diminuée. Des ensembles de tels composants raccordés en série pour une tension de fonctionnement plus élevée disposent aussi d'une capacité réduite de manière significative en raison du raccordement en série.

A.1.3.3 Composants à avalanche (ABD – avalanche breakdown diode)

Les ABD sont des jonctions PN polarisées en sens inverse avec des tensions de seuil ou de claquage de valeurs de 7 V environ et au-dessus. Sur la majeure partie de sa plage de courant de fonctionnement, la tension aux bornes usuelle de l'ABD varie peu avec le courant.

L'ABD a un temps de réponse très court, le rendant adapté pour limiter les tensions transitoires croissant rapidement. La capacité d'un ABD est inversement proportionnelle à la tension de claquage et est aussi inversement proportionnelle à la tension appliquée, soit par le signal ou la tension de fonctionnement en courant continu.

La jonction ABD seule est unidirectionnelle. Pour constituer un composant bidirectionnel, un second ABD est connecté à l'envers et en série avec le premier. Pour chaque polarité, le composant agit comme un ABD à avalanche en série avec une diode polarisée en sens direct. Ces deux composants peuvent être intégrés dans une structure unique NPN ou PNP en forme de puce.

A.1.3.4 Diode Zener

Les jonctions PN polarisées en sens inverse dans le claquage Zener ont des tensions de claquage d'environ 2,5 V à 5,0 V. Contrairement à l'ABD, la tension aux bornes de la diode Zener augmente considérablement avec le courant. Cet accroissement peut aller jusqu'à deux fois la tension de claquage.

A.1.3.5 Diode de pénétration

Les diodes de pénétration sont des structures NPN ou PNP. Elles utilisent l'élargissement de la couche de déplétion dans la région centrale avec un accroissement de la tension appliquée pour assurer la conductivité entre les régions de charge d'espace de deux jonctions PN. Des tensions de claquage proches de 1 V sont possibles. La diode de pénétration a été introduite comme élément de remplacement de faible tension et de faible capacité des diodes Zener.

A.1.3.6 Diode foldback

Les diodes foldback sont des structures NPN ou PNP qui utilisent le comportement d'un transistor pour créer une caractéristique de limitation de tension réentrante ou «foldback». Une fois la tension de claquage atteinte, la tension aux bornes chute rapidement avec l'augmentation du courant, jusqu'à environ 60 % de la tension de claquage. Des courants plus élevés entraînent un accroissement de la tension. Comparée à un ABD de tension de claquage identique, la diode foldback a une tension de limitation plus faible.

La quantité de «foldback» dépend de la tension de claquage. Pour les composants 10 V, la quantité de «foldback» est très faible.

A.2 Composants de coupure

A.2.1 Généralités

Ces composants de coupure connectés en dérivation sont des éléments non linéaires qui limitent les surtensions dépassant une tension donnée en fournissant une boucle à faible impédance pour écouler les courants.

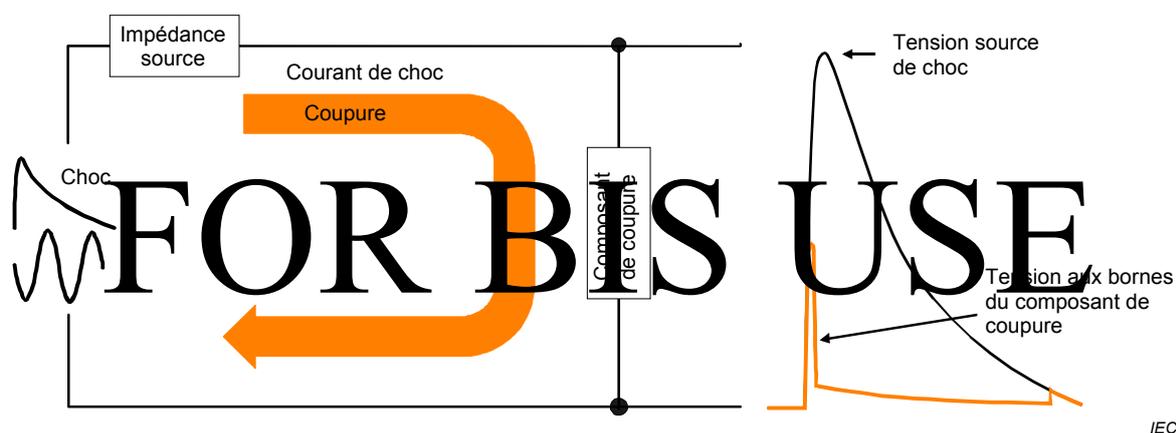


Figure A.2 – Comportement des composants de coupure

A.2.2 Tube à décharge de gaz (TDG)

Les tubes à décharge de gaz sont constitués de deux électrodes métalliques ou plus, séparées par un espace d'environ 1 mm ou moins et contenus dans un cylindre de céramique ou de verre. Des mélanges de gaz rares sous des pressions supérieures et inférieures à la pression atmosphérique en remplissent l'intérieur. Si une tension croissant lentement à travers l'espace atteint une valeur déterminée principalement par l'écartement des électrodes, la pression du gaz et la nature du mélange gazeux, un processus d'ionisation est initié. Ce processus conduit rapidement à la formation d'un arc entre les électrodes, la tension résiduelle à travers le composant chutant à une valeur habituellement inférieure à 30 V. La tension à laquelle ce processus se produit est définie comme la tension d'amorçage (claquage) du composant.

Si la tension appliquée (par exemple, transitoire) croît rapidement, la durée du processus d'ionisation/formation de l'arc peut permettre à la tension transitoire de dépasser la valeur nécessaire pour le claquage décrit dans l'alinéa précédent. Cette tension est définie comme la tension de claquage de choc, et est généralement une fonction positive du taux de variation de la tension (transitoire) appliquée.

En raison de leur action de coupure et de leur construction robuste, l'intensité de courant admissible des tubes à gaz est supérieure à celle des autres composants. Beaucoup de types

de tubes à gaz peuvent facilement transporter des courants de choc proches de 10 kA en valeur crête et de forme d'onde 8/20.

La construction des tubes à décharge de gaz est telle qu'ils ont une très faible capacité, généralement moins de 2 pF. Cela permet leur utilisation dans beaucoup d'applications de circuits à haute fréquence.

Lorsque des TDG (tubes à décharge de gaz) fonctionnent, ils peuvent générer un rayonnement à haute fréquence qui peut influencer les appareils électroniques sensibles. Il est de ce fait prudent de disposer les circuits TDG à une certaine distance des appareils électroniques. La distance dépend de la sensibilité des appareils électroniques et de la qualité de leur blindage. Une autre méthode pour éviter ces effets consiste à placer le TDG dans une enveloppe blindée.

A.2.3 Éclateurs à air

Ces composants sont similaires, dans leur fonctionnement, aux tubes à décharge de gaz. La différence réside dans leur construction et dans le fait que, comme leur nom l'indique, l'air ambiant est le gaz qui sépare les électrodes. Les différences de construction consistent en un espace beaucoup plus petit, généralement de l'ordre de 0,1 mm et des électrodes en carbone plutôt qu'en métal. La poussière et l'humidité de l'air ambiant ainsi que la poussière de graphite résultant du processus de formation d'arc se combinent pour réduire rapidement la durée de vie utile de ces composants. Par ailleurs, les particules de poussière peuvent véritablement rendre l'espace conducteur conduisant à une résistance variable qui peut provoquer une ligne bruitée dans les applications de télécommunications.

Comme de l'air à la pression atmosphérique est utilisé en tant que diélectrique gazeux, la tension de claquage pratiquement la plus faible pour ces composants est habituellement de 350 V. Cette valeur est à comparer avec la valeur d'environ 10 V pour les tubes à décharge de gaz. En raison, toutefois, de la faible largeur de l'espace, le rapport de l'impulsion ou le rapport d'amorçage de choc à la tension de claquage est plus faible pour les éclateurs à air que pour les tubes à décharge de gaz. Des millions de ces composants sont en usage aujourd'hui et ils sont encore produits en grande quantité.

A.2.4 Parafoudre à thyristor (TSS – Thyristor surge suppressor) – Types à tension fixe (autodéclenchant)

Un parafoudre à thyristor à tension fixe utilise la tension de claquage de la jonction NP intérieure pour établir la tension de seuil (voir A.1.3.3, A.1.3.4 et A.1.3.6). Cette tension est établie pendant la construction du parafoudre à thyristor. Au-dessus d'un certain courant de claquage, la structure NPNP se régénère et commute vers une condition de faible tension. La valeur crête de la tension de claquage est appelée tension de retournement ($V_{(BO)}$). Pour que le parafoudre à thyristor effectue une coupure, le courant fourni par le système protégé doit être inférieur au paramètre du courant de maintien du parafoudre à thyristor. Tous les paramètres du parafoudre à thyristor sont sensibles à la température et il convient d'en tenir compte dans le cas de parafoudres utilisant cette technologie.

Les composants de parafoudres à thyristor bidirectionnels peuvent être symétriques ou asymétriques. Les composants de parafoudres à thyristor unidirectionnels n'exercent qu'une coupure sur une seule polarité. Pour l'autre polarité, le parafoudre à thyristor peut bloquer le courant ou conduire un courant élevé si une diode (jonction PN) a été montée en parallèle. Ces types unidirectionnels procurent des avantages pour certaines applications.

Les jonctions PN multiples du parafoudre à thyristor réduisent sensiblement la capacité globale; des valeurs de quelques dizaines à quelques centaines de picofarads sont habituelles. Comme pour tous les dispositifs à jonctions PN, la capacité dépend de la polarisation en courant continu et de l'amplitude du signal. La tension de claquage dépend de l'augmentation du courant. Une tension à la fréquence industrielle est utilisée pour déterminer la tension de retournement en régime lent. Dans des conditions de taux de croissance rapide, la tension de retournement de choc peut être 10 % à 20 % plus élevée.

Lorsque le parafoudre à thyristor fonctionne, il peut générer une oscillation à fréquence élevée, qui peut influencer les appareils électroniques sensibles. Il convient de veiller à minimiser les phénomènes de couplage dans les appareils électroniques situés à proximité lors de l'utilisation de ce type de protection.

A.2.5 Parafoudre à thyristor (TSS – Thyristor surge suppressor) – Type déclenché

Un parafoudre à thyristor commandé par tension utilise le raccordement de la gâchette aux régions centrales P ou N de la structure NPNP. Raccorder la gâchette à une référence externe établit la tension de seuil du parafoudre à thyristor à une valeur similaire. Ce type de parafoudre à thyristor est utilisé s'il est souhaitable de limiter la surtension à une valeur proche de la valeur de référence externe. La référence externe peut être la tension d'alimentation des appareils électroniques. Les types à gâchette P fournissent une protection contre une tension négative et les types à gâchette N une protection contre une tension positive. Il existe des composants bidirectionnels et des composants unidirectionnels.

FOR BIS USE

Annexe B (informative)

Composants limiteurs de courant

B.1 Généralités

Il existe deux types de limiteurs de courant: le type non réamorçable (B.2), qui exige une intervention manuelle ou une mise hors tension pour rétablir le fonctionnement du système, et le type autoréamorçable (B.3), qui revient à son état de non-fonctionnement presque immédiatement après interruption de la surintensité ou après une certaine durée.

B.2 Limiteurs de courant non réamorçables

B.2.1 Généralités

Ces limiteurs de courant peuvent être des composants placés en série à deux bornes, qui interrompent la circulation du courant de circuit (B.2.1), ou des composants à trois bornes qui détournent le courant du circuit protégé (B.2.2).

B.2.2 Composants à interruption de courant placés en série

B.2.2.1 Généralités

Ces composants sont des éléments placés en série, qui conduisent normalement le courant du circuit. Une condition de surintensité conduit ces composants à ouvrir le circuit, interrompant ainsi la circulation du courant, comme représenté à la Figure B.1. Le parafoudre ou la charge protégée doivent fournir une boucle à faible impédance afin de faire fonctionner le limiteur de courant placé en série.

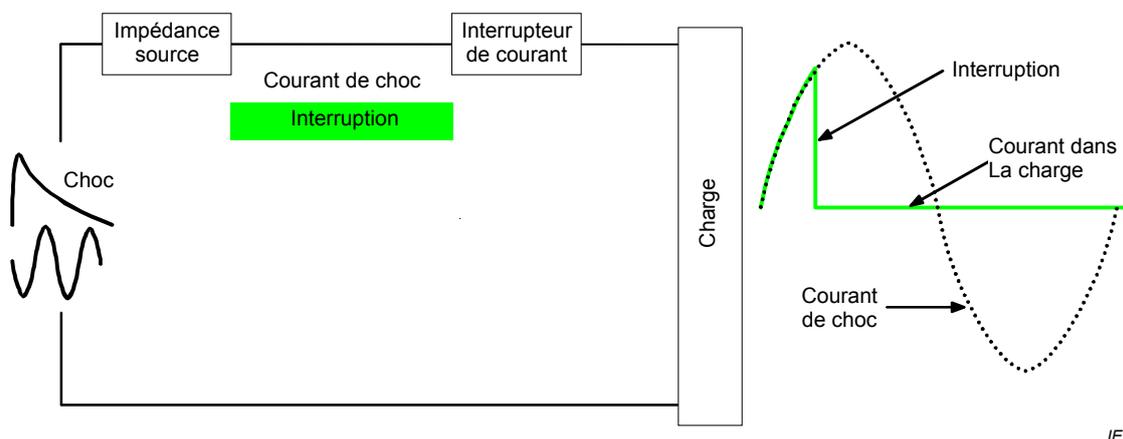


Figure B.1 – Comportement des composants à interruption de courant

B.2.2.2 Résistances fusibles

B.2.2.2.1 Généralités

Ces composants sont des résistances linéaires qui comprennent une fonction fusible lors d'une surintensité. La fonction fusible peut être directement incorporée dans la technologie de la résistance ou en tant qu'élément séparé intégré dans le composant. La surintensité entraîne la surchauffe des composants et l'échauffement qui en résulte engendre un circuit ouvert.

B.2.2.2.2 Résistances à couche épaisse

Ces composants sont constitués de pistes résistives de dépôt sur un substrat céramique. La retouche au laser est utilisée pour ajuster de manière exacte les valeurs de résistance. Dans certains cas, une face du substrat peut comporter deux résistances de puissance, adaptées pour des applications à lignes équilibrées et l'autre face peut comporter un réseau de résistances pour d'autres applications système.

La topologie et l'inertie thermique des résistances à couche épaisse font que la résistance n'est pas sensible aux énergies de choc. Ces composants sont utilisés principalement pour assurer une interruption de courant dans des conditions de surintensité en courant alternatif de longue durée. Ils sont quelquefois nommés résistances absorbées d'impulsions.

La chaleur développée dans des conditions de surintensité en courant alternatif entraîne un gradient thermique sévère dans le substrat céramique. Si le gradient devient excessif, les fragments de substrat cassent les pistes résistives, interrompant la circulation du courant.

Dans certains cas, un élément fusible thermique en alliage à brasure est ajouté en série pour réduire la caractéristique d'intensité de fusion à faible courant de longue durée.

B.2.2.2.3 Résistances fusibles bobinées

Ces composants sont des résistances bobinées, souvent à enroulement non inductif, qui comportent un fusible, un ressort ou une liaison soudable.

B.2.2.3 Fusibles

Les fusibles sont des éléments de coupure automatique pour la protection des circuits électriques contre les surintensités. La circulation du courant est interrompue par la fusion du fil fusible dans lequel le courant circule.

FORBIS USE

B.2.2.4 Fusibles thermiques

Ces composants sont parfois connus en tant que dispositifs coupe-circuit thermiques. Ils fournissent une protection contre la surcharge en interrompant le courant suite à un accroissement de la température ambiante. Ils peuvent être de types non réamorçable ou réamorçable.

B.2.3 Limiteurs à écoulement de courant en dérivation

B.2.3.1 Généralités

Le fonctionnement de ces composants a pour effet de court-circuiter la charge, comme représenté à la Figure B.2. Son fonctionnement intervient à la suite de l'échauffement du composant ou d'un capteur de courant de charge.

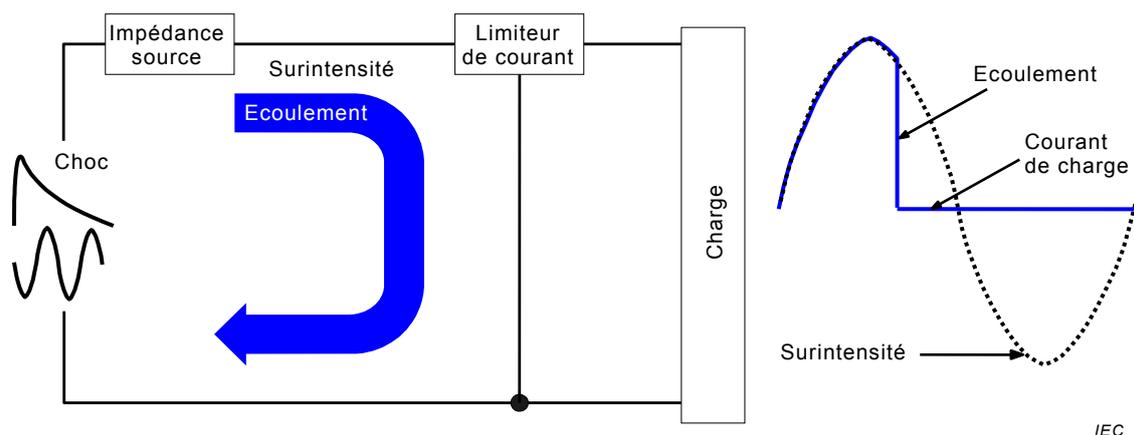


Figure B.2 – Comportement du composant à écoulement de courant

B.2.3.2 Bobines thermiques

Les bobines thermiques sont des composants mécaniques activés thermiquement comportant normalement une connexion en série et dérivée sur la ligne protégée. Leur fonction est d'écouler le courant au point de connexion du circuit, empêchant ainsi ce courant de circuler à travers l'équipement protégé, comme représenté à la Figure B.3. Elles sont normalement construites en utilisant un contact de mise à la terre maintenu dans sa position de non-fonctionnement par brasure. Une source de chaleur, généralement une bobine de fil de résistance et un ressort mettent le contact de mise à la terre à la terre lorsque la brasure fond.

La source de chaleur est le courant de ligne non prévu circulant à travers la bobine de fil de résistance. La résistance des bobines thermiques de type communication est généralement de $4,0 \Omega$, avec des valeurs comprises entre $0,4 \Omega$ et 21Ω . La disposition des contacts est telle qu'une fois que les contacts de la bobine thermique se sont fermés (ont fonctionné), le courant circule directement à la terre et court-circuite les bobines.

Les bobines thermiques sont normalement des composants à fonctionnement unique. Il n'existe pas de moyens de rétablir le fonctionnement de la ligne autre que le remplacement de l'élément contenant la bobine thermique. Des bobines thermiques ont été conçues pour être manuellement réamorçables, n'exigeant pas ainsi le remplacement du parafoudre. Leur usage est généralement restreint aux applications dans des lieux où les courants induits par les réseaux d'énergie 50 Hz ou 60 Hz sont fréquents.

Il est aussi possible de fabriquer des bobines thermiques à interruption de courant qui ouvrent le circuit à la suite d'une surintensité.

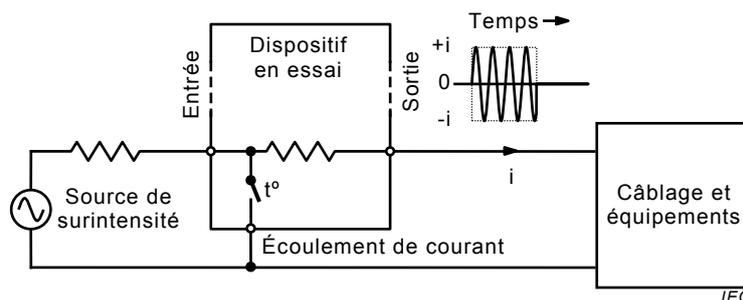


Figure B.3 – Limiteur de courant en dérivation à trois bornes à fonctionnement thermique (bobine thermique)

B.2.3.3 Interrupteur thermique

Ces interrupteurs sont des composants mécaniques activés thermiquement et montés sur le composant limiteur de tension (normalement un TDG). Ce sont habituellement des composants non réamorçables. Il existe communément trois technologies d'activation: fusion de l'isolateur plastique, fusion d'une pastille de brasure ou déconnexion d'un dispositif.

La fusion se produit après l'échauffement des composants limiteurs de tension dans des conditions de surcharge thermique et en présence d'une circulation continue de courant. Lorsque l'interrupteur fonctionne, il commute les composants limiteurs de tension, habituellement à la terre, et conduit le courant de choc circulant préalablement à travers le composant limiteur de tension.

- Un interrupteur basé sur la fusion plastique est constitué d'un ressort avec un isolateur plastique qui sépare le contact du ressort et les conducteurs du composant limiteur de tension. Lorsque le plastique fond, le ressort entre en contact avec tous les conducteurs à la fois et commute le composant limiteur de tension.
- Un interrupteur basé sur la fusion d'une pastille de brasure est constitué d'un mécanisme à ressort qui sépare le ou les conducteurs de ligne du conducteur de terre par une pastille de brasure. En cas de condition de surcharge thermique, la pastille de brasure fond et commute le composant limiteur de tension.
- Un interrupteur de déconnexion utilise habituellement un ensemble ressort qui est maintenu en position ouverte par une connexion soudée et qui commute le composant limiteur de tension si sa température de commutation est atteinte. Lorsque la soudure fond, l'interrupteur est relâché et commute le composant limiteur de tension.

B.3 Limiteurs de courant autoréamorçables

B.3.1 Généralités

Ces limiteurs de courant peuvent être des composants placés en série à deux bornes, qui interrompent la circulation du courant de circuit (B.3.2.1), ou des composants à trois bornes qui détournent le courant du circuit protégé (B.3.2.2).

B.3.2 Composants à réduction de courant placés en série

B.3.2.1 Généralités

Ces composants sont des éléments placés en série, qui conduisent normalement le courant du circuit. Une condition de surintensité conduit ces composants à augmenter leur résistance, réduisant ainsi la circulation du courant.

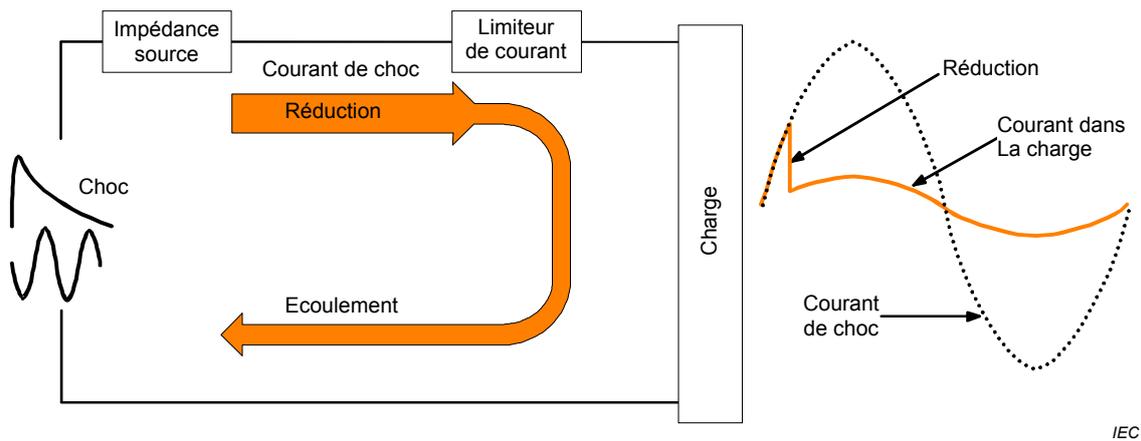


Figure B.4 – Comportement des composants à réduction de courant (type à fonctionnement thermique)

B.3.2.2 Limiteurs à réduction de courant placés en série à fonctionnement thermique

B.3.2.2.1 Généralités

Les thermistances à coefficient de température positif (CTP) sont communément utilisées en tant que composants à réduction de courant, comme représenté à la Figure B.5. Une thermistance CTP est un élément résistif, qui subit une augmentation de sa résistance de plusieurs ordres de grandeur (déclenchement) lorsque sa température interne est augmentée au-delà d'une température de déclenchement particulière (habituellement 130 °C). En refroidissant vers une température de référence (normalement 25 °C), la résistance CTP est réduite à une valeur similaire à celle précédant le déclenchement. Les thermistances CTP sont normalement utilisées en mode de chauffage direct (interne); la circulation du courant de circuit à travers la thermistance CTP provoque l'échauffement du dispositif et l'accroissement de sa température. L'échauffement dû aux courants de choc est généralement trop faible pour provoquer le déclenchement de la thermistance CTP. Des valeurs plus élevées de courant induisent des durées plus courtes pour obtenir le déclenchement (temps de réponse de la thermistance CTP). Une fois déclenchée, la résistance CTP élevée réduit le courant du circuit à une faible valeur. Si la source d'alimentation délivre une tension suffisante, la thermistance CTP conserve une condition déclenchée à faible courant et tension élevée. Si la tension de perturbation disparaît, la thermistance CTP se refroidit et retourne à une valeur de résistance faible. Les thermistances CTP sont calibrées à des valeurs assignées pour un courant d'appel (non déclenché) maximal et une tension (déclenchée) maximale, au-delà desquels la thermistance CTP peut être endommagée.

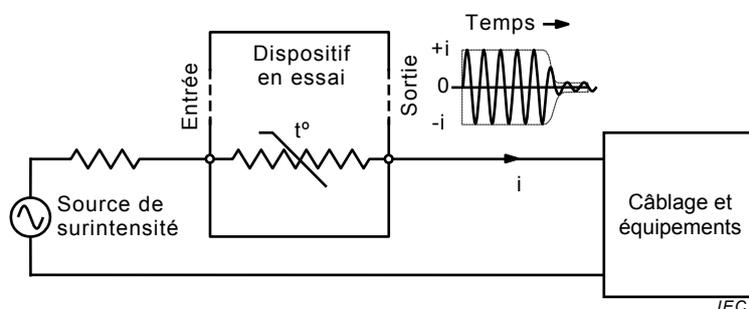


Figure B.5 – Composant limiteur de courant placé en série à deux bornes à fonctionnement thermique (thermistance CTP)

B.3.2.2.2 CTP polymère (résistance à coefficient de température positif)

Ces CTP sont habituellement constituées d'un polymère mélangé avec un matériau conducteur, normalement du graphite. Elles existent habituellement avec des valeurs de résistance de 0,01 Ω à 10,0 Ω. La valeur de résistance non déclenchée est pratiquement constante avec la température. Après déclenchement et refroidissement, la valeur de la résistance peut être de 10 % à 20 % plus élevée que la valeur originale. Une divergence de la résistance CTP après déclenchement peut provoquer un déséquilibre des systèmes de télécommunications.

Les CTP polymères ont une inertie thermique plus faible que les CTP à céramique. Cela conduit à leur donner des durées de déclenchement plus courtes.

B.3.2.2.3 CTP à céramique

Ces CTP sont habituellement constituées de matériaux semi-conducteurs ferroélectriques, avec généralement des valeurs de résistance de 10 Ω à 50 Ω. Dans la majeure partie de la plage de températures à l'état non déclenché, la résistance décroît doucement avec l'augmentation de la température. Après déclenchement et refroidissement, la résistance retourne à une valeur proche de sa valeur originale, rendant les CTP adaptées à céramique adaptées pour des applications à lignes équilibrées.

Dans des conditions de choc, la résistance effective de la CTP à céramique décroît avec le niveau de tension dans la mesure où cela lui est possible, de 70 % de la valeur pour un courant nul.

B.3.2.3 Limiteurs de courant électroniques (ECL - Electronic current limiters)

Ces composants électroniques connectés en série disposent d'une faible résistance pour les niveaux de courant allant jusqu'au courant de seuil, après quoi ils évoluent vers un état de résistance élevée. En fonctionnement, le courant coupé limité de crête est le courant de seuil, comme représenté à la Figure B.6. Le courant s'écoule dans le circuit jusqu'à ce que le niveau de courant de seuil soit atteint. Dans des conditions de fonctionnement en courant alternatif, le courant est constitué d'impulsions au voisinage des passages par zéro. Les limiteurs de courant électroniques, davantage sensibles au courant qu'à la température, limitent les courants de choc de foudre, ainsi que les courants à fréquence industrielle pour des charges à faible impédance. Contrairement aux thermistances CTP, une quantité d'énergie très réduite est nécessaire pour maintenir le limiteur de courant électronique dans des conditions de résistance élevée. Composants électroniques, leurs caractéristiques ne sont pas affectées par des chocs multiples, sous réserve de ne pas dépasser la tension assignée maximale. La durée de réponse courte permet la coordination automatique des parafoudres en cascade et du parafoudre à l'ATI sous les conditions de chocs d'impulsion et de courant alternatif.

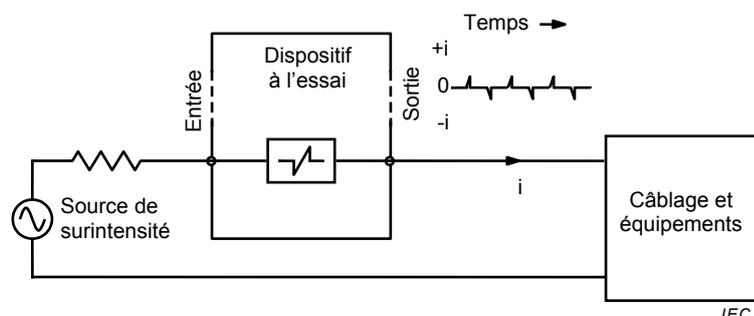


Figure B.6 – Composant limiteur de courant électronique placé en série à deux bornes

B.3.3 Composants à écoulement de courant en dérivation

B.3.3.1 Généralités

Le fonctionnement de ces composants autoréamorçables a pour effet de court-circuiter le circuit. Leur fonctionnement intervient lorsque le courant de circuit dépasse un niveau de seuil prédéterminé.

B.3.3.2 Composants limiteurs électroniques déclenchés par le courant

La vitesse d'un thyristor de type TRIAC est suffisante pour assurer son efficacité dans des conditions de courant alternatif. Pour répondre rapidement aux chocs de foudre, une combinaison parallèle de thyristors à gâchette P et à gâchette N est nécessaire. La gâchette et sa borne de protection adjacente sont connectées en série avec le circuit, faisant circuler le courant de circuit à travers la gâchette. La coupure et l'écoulement de courant résultant se produisent lorsque le courant de circuit dépasse la valeur d'amorçage du courant de gâchette, comme représenté à la Figure B.7. Le courant s'écoule dans l'élément protégé jusqu'à ce que le niveau de courant de seuil soit dépassé. Dans des conditions de fonctionnement en courant alternatif, le courant de l'élément protégé est constitué d'impulsions au voisinage des passages par zéro. La différence de potentiel à travers la gâchette et la borne de protection adjacente est d'environ 0,6 V à la valeur de courant d'amorçage.

En pratique, la valeur de courant d'amorçage de gâchette peut être inférieure à la valeur du courant normal de circuit. Afin d'éviter un amorçage prématuré, le courant de circuit pour la coupure peut être augmenté en détournant une partie du courant à travers une résistance de faible valeur (habituellement de 1 Ω à 10 Ω) connectée à travers la gâchette et la borne principale appropriée.

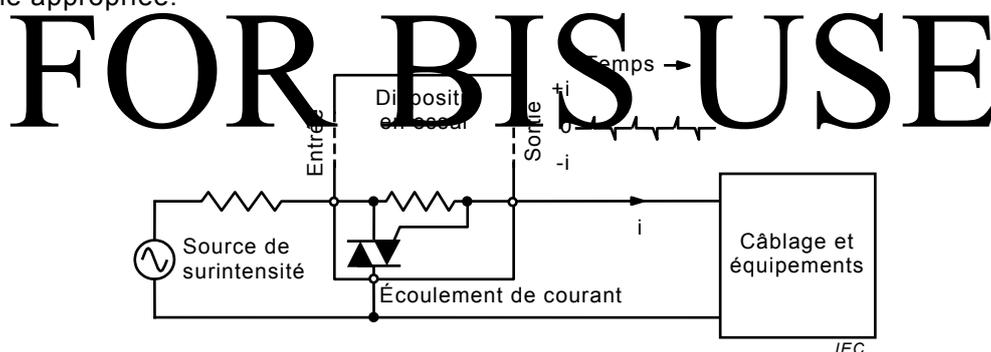


Figure B.7 – Composant limiteur de courant électronique en dérivation à trois bornes (thyristor bidirectionnel à gâchette)

Annexe C (informative)

Gestion du risque

C.1 Risque dû aux décharges de foudre

C.1.1 Appréciation du risque

L'appréciation du risque d'un dommage possible dû à la foudre consiste en l'appréciation des grandeurs suivantes relatives au lieu à l'étude:

- densité de foudroiement;
- résistivité du sol;
- nature de l'installation (enterrée, aérienne, câble blindé ou non blindé);
- tenue aux chocs de l'équipement à protéger.

L'achèvement de cette appréciation détermine si des mesures de protection, par exemple, des parafoudres, sont nécessaires ou non.

La perte de la fonction de télécommunications peut survenir en raison de l'un ou de plusieurs des facteurs suivants:

- endommagement de la ligne de télécommunications
- endommagement du matériel de réseau de télécommunications
- endommagement du matériel de télécommunications installé dans des structures (matériel de l'opérateur réseau et matériel fourni par l'abonné)

Si tel est le cas, le choix de ces mesures repose autant sur les informations obtenues que sur le coût initial et le coût de maintenance. Pour de plus amples informations et des méthodes de calcul, se reporter à la bibliographie.

C.1.2 Analyse du risque

C.1.2.1 Généralités

Le but d'une analyse du risque est de réduire le risque attendu de perte des fonctions (R'_2) due à la foudre à une valeur qui est égale ou inférieure au risque tolérable de dommages (R_T) (voir UIT-T K.72 [30]).

Cependant, si $R'_2 > R_T$, des mesures de protection sont nécessaires en vue de réduire R_p .

Les risques de dommages sont ceux causés aux lignes de télécommunications et de transmission de signaux (par exemple, claquage de l'isolant) et à l'équipement raccordé:

R'_V : Composante de risque liée aux foudroiements directs sur le réseau de télécommunications provoquant un dommage physique de la ligne de télécommunications ayant pour origine les effets mécaniques et thermiques du courant de foudre.

R'_Z : Composante de risque liée aux foudroiements indirects à proximité de la ligne de télécommunications pénétrant dans la structure ou à proximité de la structure, ce qui entraîne une défaillance de l'isolant de la ligne due aux surtensions induites sur les lignes de télécommunications.

R'_B : Composante de risque liée aux foudroiements directs sur la structure à laquelle le réseau de télécommunications est raccordé, ce qui entraîne une défaillance de l'isolant de la ligne due aux surtensions ou aux effets thermiques du courant de foudre qui circule le long de la ligne.

Le risque attendu de perte des fonctions, R'_2 , dans un réseau de télécommunications est donné par l'équation suivante:

$$R'_2 = R'_V + R'_B + R'_Z$$

La nécessité d'une protection est évaluée par comparaison du risque R'_2 avec le risque tolérable R_T , en utilisant la somme des fréquences prévues estimées de dommages par an et de l'interruption des fonctions prévue en heures pour le client.

L'évaluation du risque traite du risque de dommages aux câbles, tels la perforation de l'isolant ou la fusion des conducteurs, et/ou de dommage à l'équipement raccordé aux câbles, ce qui entraîne une interruption ou une dégradation des fonctions en dessous des limites acceptables.

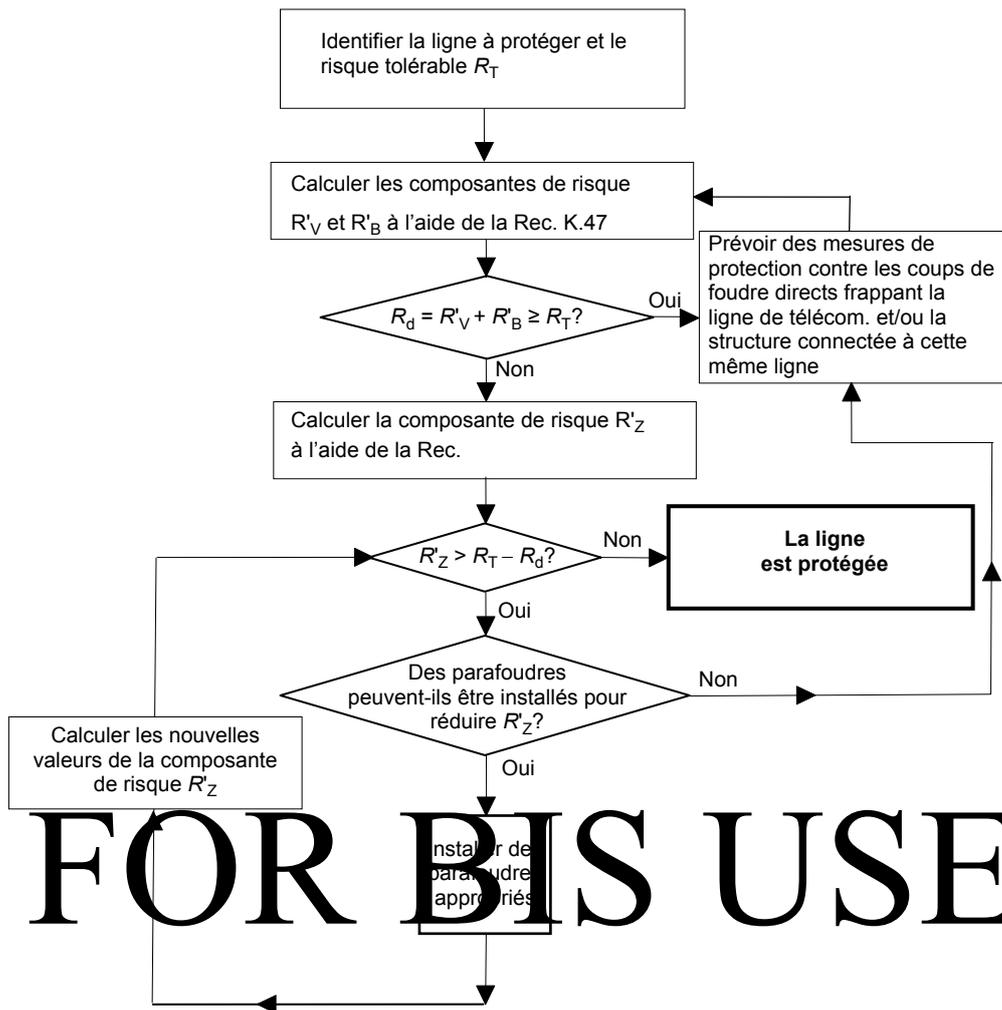
C.1.2.2 Critères de risque

Les caractéristiques de tenue aux chocs minimales des câbles et de l'équipement raccordé doivent être prises comme étant des critères de risque.

- La tenue minimale aux chocs des câbles entre deux conducteurs métalliques est supposée être la suivante:
 - 1,5 kV pour un câble isolé au papier;
 - 5 kV pour un câble isolé PVC, y compris les barrettes de jonction.
- L'équipement raccordé aux extrémités des lignes de télécommunications ou de transmission de signaux, ou installé le long de ces lignes, est prévu pour résister aux surtensions de choc de mode commun minimales suivantes:
 - 1 kV 10/700, comme exigé par l'UIT-T Rec. K.20 pour l'équipement en sortie du centre de télécommunications;
 - 1,5 kV 10/700, comme exigé par l'UIT-T Rec. K.21 et K.45 pour l'équipement en entrée des bâtiments abonnés ou le long de la ligne.
- Dans les autres cas (réseaux de transmission de signaux), la norme CEM applicable (IEC 61000-4-5) doit être utilisée.

C.1.2.3 Procédure d'évaluation

Une procédure qui peut être suivie pour évaluer le besoin de protection est indiquée à la Figure C.1.



IEC

Figure C.1 – Méthode d'évaluation du risque

C.1.3 Traitement du risque

Pour les lignes de télécommunications ou de transmission de signaux, les mesures de protection suivantes, qui peuvent aussi être combinées, sont prises en considération:

- l'emploi de parafoudres;
- l'installation de câbles enterrés au lieu de câbles aériens, c'est-à-dire une amélioration du facteur d'installation des différentes sections de ligne;
- le blindage, c'est-à-dire une amélioration du facteur de blindage de la ligne. Choisir un câble blindé plutôt qu'un câble non blindé, remplacer les câbles qui ont des facteurs de blindage réduits;
- une tenue aux chocs accrue des câbles, par exemple, par le choix de conducteurs isolés au PVC au lieu de conducteurs isolés au papier, combiné avec l'emploi de parafoudres;
- la redondance du cheminement.

L'emploi des mesures de protection citées ci-dessus réduit le risque de dommage:

- sur l'isolant du câble;
- sur l'équipement raccordé à la ligne de télécommunications ou de transmission de signaux.

Lorsque les types de câbles et les conditions d'installation des différentes sections de ligne ne peuvent pas être modifiés, l'emploi des parafoudres est la seule méthode disponible pour protéger l'équipement.

C.2 Risque dû aux défauts de lignes d'alimentation

C.2.1 Généralités

Le risque de surtensions dans les réseaux de télécommunications et de transmission de signaux dû aux conditions de défaut dans les réseaux d'alimentation (systèmes d'alimentation et de traction) dépend

- de la distance de la ligne de télécommunications ou de la ligne de transmission de signaux à la ligne du réseau d'énergie,
- de la résistivité du sol,
- du type et du niveau de tension du réseau d'énergie.

Les défauts à la terre dans les réseaux d'énergie font circuler des courants fortement déséquilibrés le long de la ligne d'alimentation, induisant des surtensions dans les lignes de télécommunications ou de transmission de signaux adjacentes, qui suivent un cheminement parallèle. Les surtensions peuvent croître jusqu'à plusieurs kilovolts pendant des durées de 200 ms à 1 000 ms (occasionnellement encore plus longues) selon le système d'annulation du défaut utilisé sur la ligne d'alimentation. Des méthodes de calcul pour les surtensions dues à des défauts de lignes d'alimentation sont données à l'Annexe E de l'IEC 61643-12 Éd. 1.0.

C.2.2 Réseaux d'énergie en courant alternatif

Le calcul exact des conditions de défaut pour les réseaux d'énergie aériens en courant alternatif n'est pas nécessaire lorsque les deux conditions du Tableau C.1 sont satisfaites.

Tableau C.1 – Réseaux d'énergie aériens en courant alternatif

Environnement	Résistivité du sol Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\ 000$	$> 3\ 000$
Rural	$> 3\ 000$	$> 10\ 000$
Urbain	$\leq 3\ 000$	> 300
Urbain	$> 3\ 000$	$> 1\ 000$

Le calcul exact des conditions de défaut pour les câbles électriques souterrains en courant alternatif n'est pas nécessaire lorsque les deux conditions du Tableau C.2 sont satisfaites.

Tableau C.2 – Câbles électriques souterrains en courant alternatif

Environnement	Résistivité du sol Ωm	Distance m
Rural	≤ 3000	> 10
Rural	$> 3\ 000$	> 100
Urbain	ne s'applique pas	> 1

C.2.3 Réseaux d'énergie en courant continu

Le calcul exact des conditions de défaut pour les réseaux d'énergie aériens en courant continu n'est pas nécessaire lorsque les deux conditions du Tableau C.3 sont satisfaites.

Tableau C.3 – Réseaux d'énergie aériens en courant continu

Environnement	Résistivité du sol Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\,000$	> 400
Rural	$> 3\,000$	> 700
Urbain	$\leq 3\,000$	> 40
Urbain	$> 3\,000$	> 70

Le calcul exact des conditions de défaut pour les câbles électriques souterrains en courant continu n'est pas nécessaire lorsque les deux conditions du Tableau C.4 sont satisfaites.

Tableau C.4 – Câbles électriques souterrains en courant continu

Environnement	Résistivité du sol Ωm	Distance m
Rural	$\leq 3\,000$	> 10
Rural	$> 3\,000$	> 100
Urbain	ne s'applique pas	> 10

FOR BIS USE

Annexe D (informative)

Caractéristiques de transmission dans les schémas IT

D.1 Généralités

L'Annexe D apporte des informations sur les caractéristiques de transmission dans les schémas IT qu'il est nécessaire de prendre en considération lors du choix des parafoudres. Selon l'application, le parafoudre peut être soumis à l'essai au moyen des essais appropriés de l'IEC 61643-21. L'installation des parafoudres peut être sujette à des exigences et/ou des restrictions supplémentaires indiquées par l'opérateur réseau, l'autorité de réseau et le constructeur du réseau (voir Article 6).

D.2 Systèmes de télécommunications

Tableau D.1 – Caractéristiques de transmission pour les systèmes de télécommunications sur les réseaux d'accès

Systeme	Débit binaire MBit/s jusqu'à	Bande passante kHz jusqu'à	Canaux	Norme(s)	Z_{Ω}	Affaiblissement maximal autorisé dB à kHz	Observations
POTS	-	3,4 (16)	-		Z_1 (complexe)	Variable	Analogique
PCMx	0,784	~ 800	12 × 64 kBit/s	UIT-T G.961 [32] ETSI TS 101 135 [11], ETSI TS 102 080 [13]	135	Jusqu'à 31 à 150	
ISDN PMXA	2	~ 5 000	30 × 64 kBit/s 1 × 64 kBit/s	UIT-T G.962 ANSI T1.601-1999 (R2004)	130	40 à 1 000	(utilisé à l'échelon mondial, sauf États-Unis)
ISDN PMXA	1,5	~ 5 000	23 × 64 kBit/s 1 × 64 kBit/s	UIT-T G.963 ANSI T1.601-1999 (R2004)	130	40 à 1 000	(utilisé aux États-Unis)
ISDN-BA	0,160	~ 120	2 × 64 kBit/s + 1 × 16 kBit/s	UIT-T G.961 [32] ETSI TS 102 080 Annexe B [13]	150	32 à 40	EURO-ISDN caractéristiques identiques
SDSL	2,3	~ 800	Variable	ETSI TS 101 524 [14]	135	Variable	
HDSL	2,3	~1 000	12-32 × 64 kBit/s	ETSI TS 101 135 [11]	135	31, 27 ou 22 à 150	
ADSL	8	~1 104	Variable	UIT-T G.992.1 Annexe B [33]	100	Variable	<u>ADSL-over-POTS</u>
ADSL2	16	~1 104	Variable	UIT-T G.992.3 [34]	100	Variable	<u>ADSL-over-POTS</u>
ADSL2+	25	~2 208	Variable	UIT-T G.992.5 [36]	100	Variable	<u>ADSL-over-POTS</u> ou over ISDN
VDSL	30	~12 000	Variable	UIT-T G.993.1 [37]	135	Variable	
VDSL2	100	~30 000	Variable	UIT-T G.993.2 [38]	135	Variable	
g.fast	1000	106 MHz	Variable	UIT-G .9701	100	Variable	

D.3 Systèmes de transmission de signaux, de mesure et de contrôle

Tableau D.2 – Caractéristiques de transmission des schémas IT dans les locaux d'abonnés

Systeme	Débit binaire Mbit/s	Classe	NEXT ^{a)} dB	Norme(s)	Z Ω	Affaiblissement maximal autorisé ^a [dB] à kHz	Observations
Ethernet (100 Base T)	100	D (5)	27,1 à 100 MHz	ISO/IEC 8802-5 [41]	100	24 à 100 MHz	Longueur max. 100 m
Gigabit Ethernet (1 000 Base T)	1 000	D (5e) ou E (6)	30,1 à 100 MHz	EN 50173-1 [39]	100	24 à 100 MHz	Longueur max. 100 m
Ethernet à grande vitesse (10G Base T)	10 000	EA (6A)	27,9 à 500 MHz	ISO / IEC 11801 Éd. 2 [44]	100	49,3 à 500 MHz	Longueur max. 100 m / blindé
ATM	155	D (5)	27,1 à 100 MHz	EN 50173-1 [39]	100	24 à 100 MHz	Longueur max. 100 m
Anneau à jeton	16	C (3)	19,3 à 16 MHz	ISO/IEC 8802-5 [41] EN 50173-1 [39]	150	14,9 à 16 MHz	Longueur max. 100 m/150 m

^a Performance du canal

Les paramètres de transmission complémentaires décrits dans l'EN 50173 sont les suivants:

L'affaiblissement de réflexion, les PSNEXT, PSACR, PSELFET et PSELFET 7.2.2.1 Mesurage et contrôle

FOR BISE USE

D.4 Réseaux de télévision par câble

Tableau D.3 – Caractéristiques de transmission des réseaux de télévision par câble

Systeme	Bande passante MHz	Affaiblissement de réflexion dB f > 50 MHz	Affaiblissement de réflexion minimum dB à 50 MHz à la prise du réseau (client)	Norme(s)	Z Ω	Affaiblissement maximal autorisé dB/100 m à 450 MHz (selon type de câble)	Observations
Réseau de distribution TV large bande	47 à 450	De ≤ 24 dB à 1 dB/octave à ≤ 26 dB à 1 dB/octave (selon le type de câble)	≤ 20 dB – 1,5 dB/octave	Nationale (DE)	75	2,9 dB 4,1 dB 6,2 dB 12,2 dB	Niveau du signal porteur à la prise du réseau min. 47 dB – 77 dB max.
Réseau de distribution TV large bande	47 à 862	de ≤ 24 dB à 1 dB/octave à ≤ 26 dB à 1 dB/octave (selon le type de câble)	A déterminer	Nationale EN 50083-1 [42]	75	2,9 dB 4,1 dB 6,2 dB 12,2 dB	

Annexe E (informative)

Coordination des parafoudres/ATI

E.1 Généralités

Les facteurs traités à l'Article 9 conduisent à l'impossibilité de donner une approche générale de la coordination des parafoudres de type «boîte noire». Du point de vue de l'utilisateur, l'approche la plus sûre est d'obtenir les recommandations du constructeur sur les parafoudres appropriés. Le constructeur qui connaît les circuits de parafoudres peut être capable de déterminer par le calcul si la coordination est réalisée ou s'il se peut qu'il faille avoir recours à des essais. Si l'utilisateur connaît les circuits de parafoudres, il peut aussi déterminer par le calcul si la coordination est assurée. Comme il existe une grande quantité de configurations impliquées dans une analyse générale, ces calculs ne sont pas présentés ici.

L'analyse suivante d'une coordination des parafoudres de type «boîte noire» est basée sur des hypothèses linéaires qui conduisent à une conception traditionnelle et non optimale. Elle suppose que les paramètres électriques du parafoudre peuvent être fournis, soit par le constructeur soit au moyen d'essais. Certains types de parafoudres nécessitent des essais à la fois pour les conditions de surtension de mode commun et celles de mode différentiel. Trois étapes sont nécessaires:

- Déterminer les formes d'ondes de la tension de tenue aux chocs et du courant de la borne d'entrée du parafoudre 2.
- Déterminer les formes d'ondes de la tension et du courant de protection en sortie du parafoudre 1.
- Comparer les valeurs des parafoudres 1 et 2.

La méthode d'essai pour la tension de protection de sortie en circuit ouvert, U_p , est décrite en 5.2.1.3 de l'IEC 61643-21:2012. Un prochain amendement à l'IEC 61643-21 décrira la méthode d'essai pour le courant de protection de sortie en court-circuit I_p .

E.2 Détermination de U_{IN} et I_{IN}

La coordination entre le parafoudre 1 et le parafoudre 2 peut être réalisée en utilisant l'IEC 61643-21.

La coordination entre le parafoudre 2 et l'ATI peut être possible si $U_{IN,ATI}$ et $I_{IN,ATI}$ sont fournies par le constructeur de l'ATI ou la norme de produit ATI appropriée. Il est pris pour hypothèse que l'ATI résiste aux niveaux de protection U_{P2} et I_{P2} générés par le parafoudre 2 dans des conditions assignées. L'impédance de l'ATI peut varier considérablement dans des conditions de protection, de sorte que les valeurs extrêmes de charge des bornes de sortie du parafoudre 2 doivent être considérées dans des conditions de circuit ouvert et de court-circuit.

Lorsque le parafoudre 2 est soumis à essai à ses valeurs de tenue aux chocs assignées, les formes d'ondes de la tension et du courant de tenue aux chocs sont développées aux bornes d'entrée du parafoudre 2. Il existe deux sortes de formes d'ondes pour chaque condition assignée; une pour la sortie en circuit ouvert et l'autre pour la sortie en court-circuit. Le processus de vérification de la coordination est indiqué à la Figure E.1.

E.3 Déterminer les formes d'ondes de la tension et du courant de protection en sortie du parafoudre 1

Le rôle du parafoudre 1 est d'augmenter la tenue aux chocs du système et il est calibré à la valeur assignée pour les mêmes essais que le parafoudre 2 mais à des niveaux de tension plus élevés. Lorsque le parafoudre 1 est soumis à essai à ses valeurs de tenue aux chocs assignées, les formes d'ondes de la tension et du courant de protection sont développées aux bornes de sortie du parafoudre 1. Il existe deux sortes de formes d'ondes pour chaque condition assignée; une pour la sortie en circuit ouvert et l'autre pour la sortie en court-circuit. Il peut être judicieux de vérifier le parafoudre 1 à des niveaux d'essai en tension plus faibles pour s'assurer que les niveaux de protection produits dans les conditions assignées sont les plus élevés qui peuvent se produire.

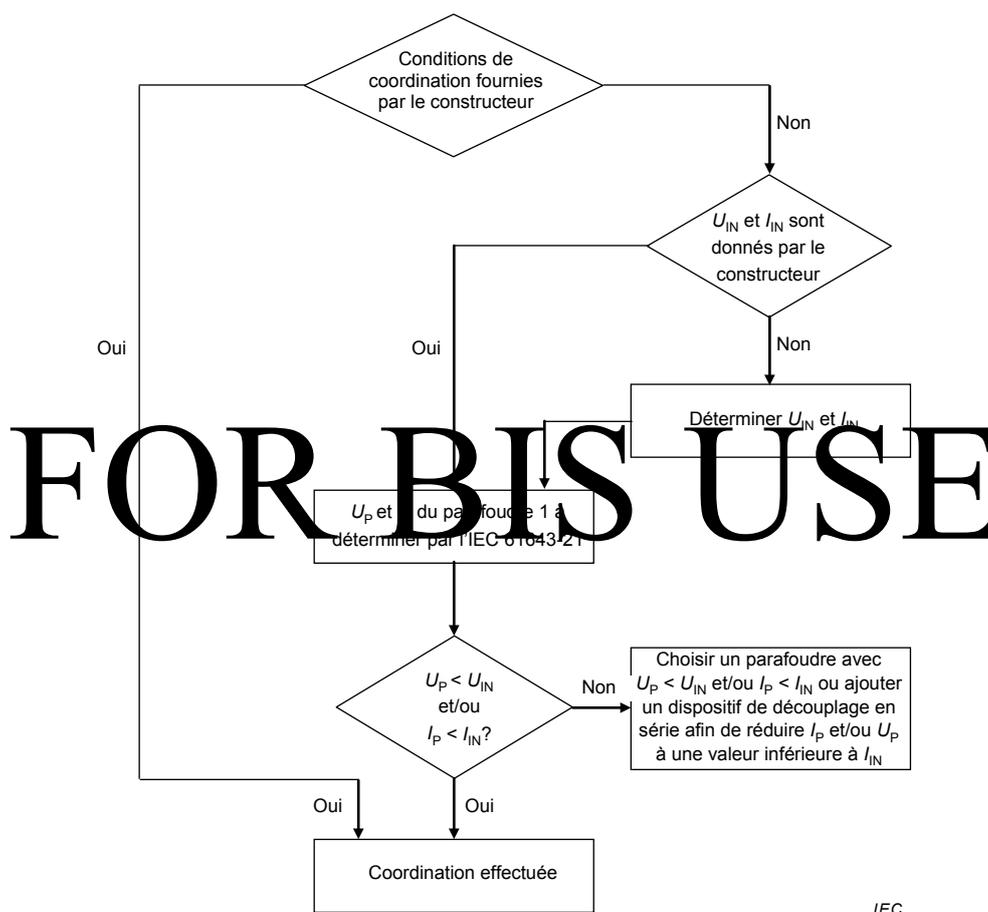


Figure E.1 – Processus de vérification de la coordination

Pour s'assurer que deux parafoudres en cascade sont coordonnés dans des conditions de surs tension, les niveaux de protection en sortie du parafoudre 1 ne doivent pas dépasser les niveaux de tenue aux chocs en entrée du parafoudre 2 pour toutes les conditions connues et assignées (voir Figure E.1).

E.4 Comparer les valeurs des parafoudres 1 et 2

La coordination est réalisée lorsque toutes les conditions suivantes sont satisfaites:

- $U_p < U_{IN}$;
- $I_p < I_{IN}$;
- la forme d'onde de U_p est enfermée par la forme d'onde de U_{IN} ;

- la forme d'onde de I_p est enfermée par la forme d'onde de I_{In} .

Si les formes d'ondes de protection sont enfermées par les formes d'ondes de tenue aux chocs correspondantes, alors la coordination dans le temps est assurée. Pour ce niveau crête et à cet instant, la coordination est réalisée. Toutefois, plusieurs composants sont sensibles à un taux de variation (par exemple, un parafoudre à thyristor a une caractéristique assignée di/dt) et peuvent ainsi conduire à un échec de la coordination. Ce niveau d'information sort du domaine d'application de cette approche.

E.5 Nécessité de vérification de la coordination au moyen d'essais

Chacune des conditions suivantes nécessiterait une vérification en soumettant à l'essai la combinaison des parafoudres 1 et 2:

- $U_p > U_{In}$;
- $I_p > I_{In}$;
- la forme d'onde de U_p est plus longue que la forme d'onde de U_{In} ;
- la forme d'onde de I_p est plus longue que la forme d'onde de I_{In} .

La vérification par essai n'est pas nécessaire si les conditions de coordination sont indiquées par le constructeur (voir Figure E.1).

FOR BIS USE

Annexe F (informative)

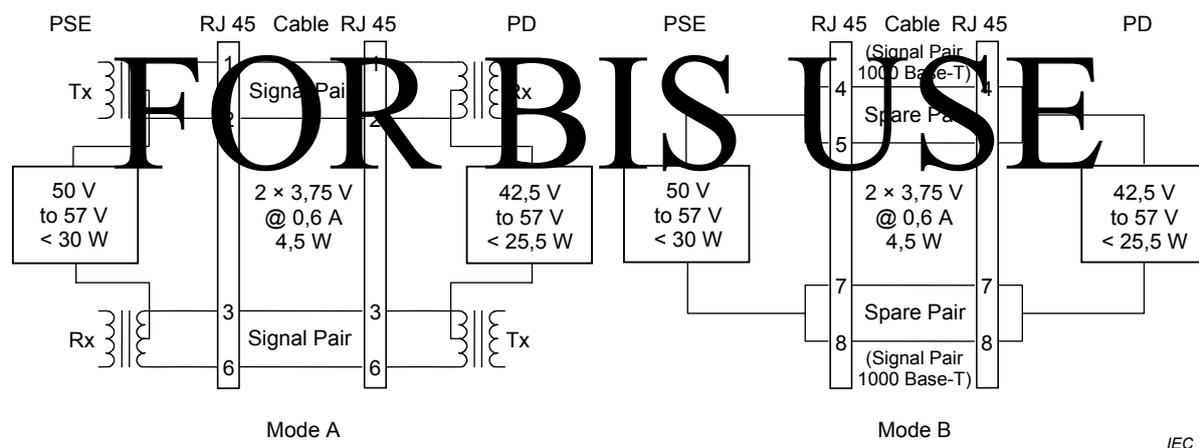
Protection des systèmes Ethernet

F.1 Alimentation électrique par câble Ethernet (*Power over Ethernet*) (PoE)

La norme d'origine IEEE 802.3af 2003 (*Power over Ethernet*) pouvait fournir une puissance de quelque 13 W au dispositif alimenté (PD – powered device) provenant de l'équipement de source d'énergie (PSE – power sourcing equipment). La norme IEEE 802.3af a été supprimée du fait de son intégration dans la norme IEEE 802.3 2008.

La norme IEEE 802.3at 2009 (PoE Plus, PoE+), offrant une puissance plus élevée, a porté la puissance maximale fournie au dispositif alimenté à 25,5 W. Pour éviter toute confusion, la norme IEEE 802.3at désigne la puissance de 13 W par PoE de type 1 et la puissance de 25,5 W par PoE de type 2.

L'alimentation s'effectue via deux des quatre paires torsadées d'un câble Ethernet. La Figure F.1 montre les deux options d'alimentation; à savoir le Mode A et le Mode B. Les conditions de tension, de courant et de puissance indiquées à la Figure F.1 s'appliquent au PoE de type 2. Le Tableau F.1 montre les niveaux de tension, de courant, de résistance et de puissance pour les PoE de type 1 et de type 2.



Anglais	Français
PSE	Équipement de source d'énergie
Signal Pair	Paire de câbles de transmission de signaux
Spare Pair	Paire de câbles de rechange
to	A
PD	Dispositif alimenté
Cable	câble

Figure F.1 – Modes d'alimentation PoE

Tableau F.1 – Comparaison des valeurs d'alimentation de type 1 (PoE) et de type 2 (PoE+)

Paramètre	Unité	Type 1	Type 2
Puissance fournie au dispositif alimenté	W	13	25,5
Puissance maximale fournie par l'équipement de source d'énergie	W	15,4	30
Plage de tension de sortie de l'équipement de source d'énergie	V	44 à 57	50 à 57
Plage de tension d'entrée du dispositif alimenté	V	37 à 57	42,5 à 57
Courant continu maximum de boucle de câble par paire	A	0,35	0,6
Résistance maximale des paires de boucles de câble	Ω	20	12,5
Perte de puissance maximale de boucle de câble	W	2,45	4,5

NOTE Dans le cas d'un court-circuit au niveau du dispositif alimenté, l'équipement de source d'énergie met hors tension le courant de charge.

F.2 Capacités de tenue et coordination des parafoudres

Une coordination du niveau de protection d'un parafoudre et de la capacité de tenue de l'ATI est nécessaire pour protéger ce même ATI. Cela signifie qu'il faut que le niveau de protection, dans les deux modes (commun et différentiel), soit inférieur à la capacité de tenue d'un ATI. Il convient également de prendre en considération la chute de tension supplémentaire effective des conducteurs du parafoudre (voir 7.3.2.1) qui accroît le niveau de protection.

Les ports Ethernet sont habituellement conçus pour résister à une impulsion de mode commun (par exemple X-C) de 1 kV comme indiqué dans l'UIT T.21. Dans ce cas, il convient que la tension U_p d'un parafoudre soit inférieure à 1 kV. Il existe des cas où la capacité de tenue des ports Ethernet est inférieure à 1 kV. Dans ce cas, il faut coordonner la tension U_p d'un parafoudre avec cette capacité de tenue inférieure de l'ATI.

La plupart du temps, la capacité de tenue du mode différentiel n'est pas connue et par conséquent, il convient que le niveau de protection soit le plus près possible de la tension de fonctionnement maximale du signal.

F.3 Conversion des chocs de mode commun en mode différentiel par les dispositifs de coupure

F.3.1 Généralités

Par essence, les chocs sur les câbles à paires torsadées sont de mode commun. Il est généralement supposé que les chocs différentiels sur les câbles à paires torsadées sont générés par claquage des joints ou de l'isolant d'un seul câble ou, plus couramment, par le fonctionnement asynchrone des parafoudres de coupure qui protègent la paire de câbles

La Figure F.2 montre deux cas; la présence d'un tube à décharge de gaz à deux électrodes sur chaque câble et un tube à décharge de gaz à chambre simple et à trois électrodes. Le choc longitudinal sur les câbles à paires torsadées (câble 1 et câble 2) est converti en un choc différentiel (tension en vert) par fonctionnement asynchrone du parafoudre. Le tube à décharge de gaz à deux électrodes produit souvent des chocs différentiels plus importants et de plus longue durée que le tube à décharge de gaz à trois électrodes (tension transversale).

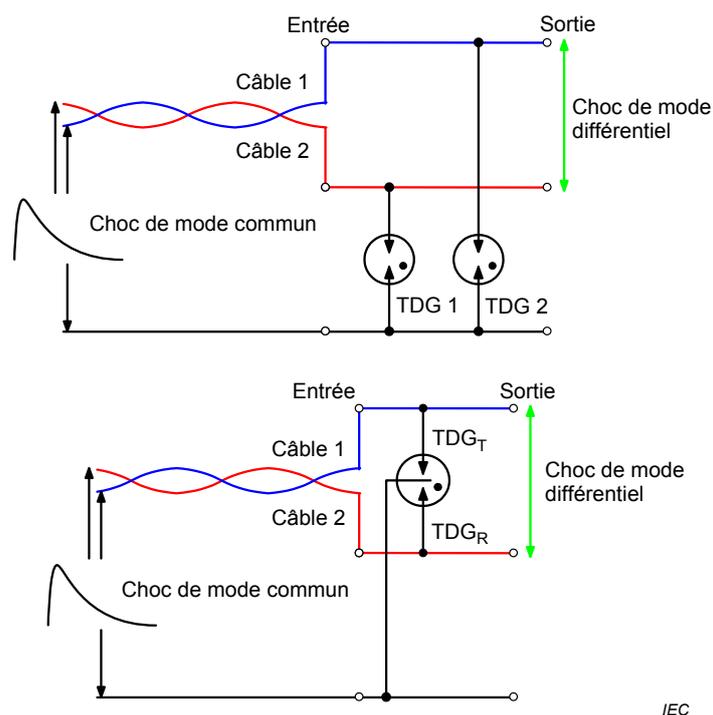


Figure F.2 – Conversion des chocs de mode commun en mode différentiel par fonctionnement asynchrone du parafoudre

La Figure F.3 montre les formes d'onde de choc longitudinal sur les câbles à paires torsadées (câble 1 et câble 2) converties en choc différentiel (trace vert) par fonctionnement asynchrone du parafoudre.

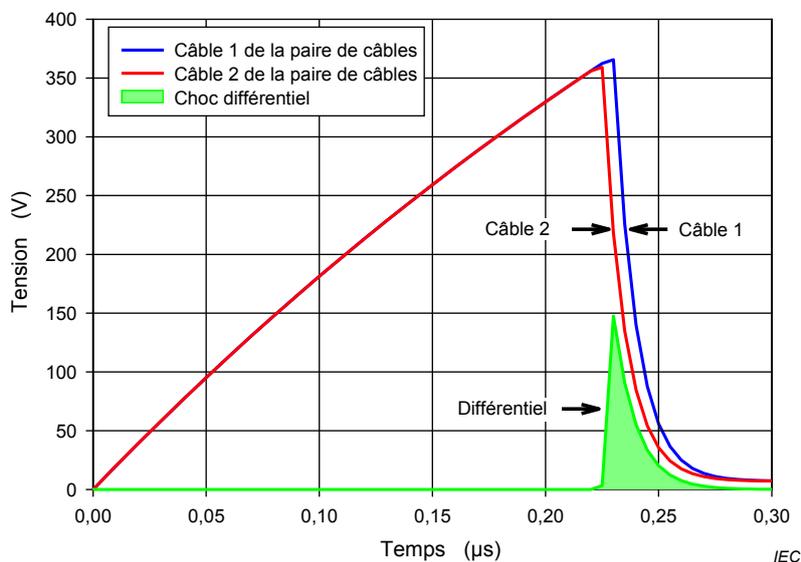


Figure F.3 – Choc différentiel généré par fonctionnement asynchrone du parafoudre sur un choc longitudinal

F.3.2 Réduction de la tension de mode différentiel par protection entre câbles

Le choc différentiel peut être réduit lorsqu'un parafoudre utilise une protection supplémentaire (par exemple, diodes à avalanche) entre les lignes (câble 1 et câble 2). La Figure F.4 présente ce type de circuit. La tension différentielle de crête est limitée à la tension de blocage des diodes, voir Figure 5.

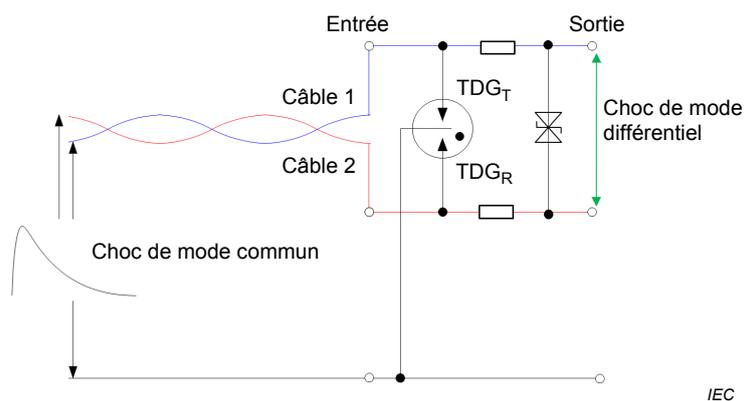


Figure F.4 – Circuit de parafoudre avec protection entre câbles pour limiter le choc différentiel

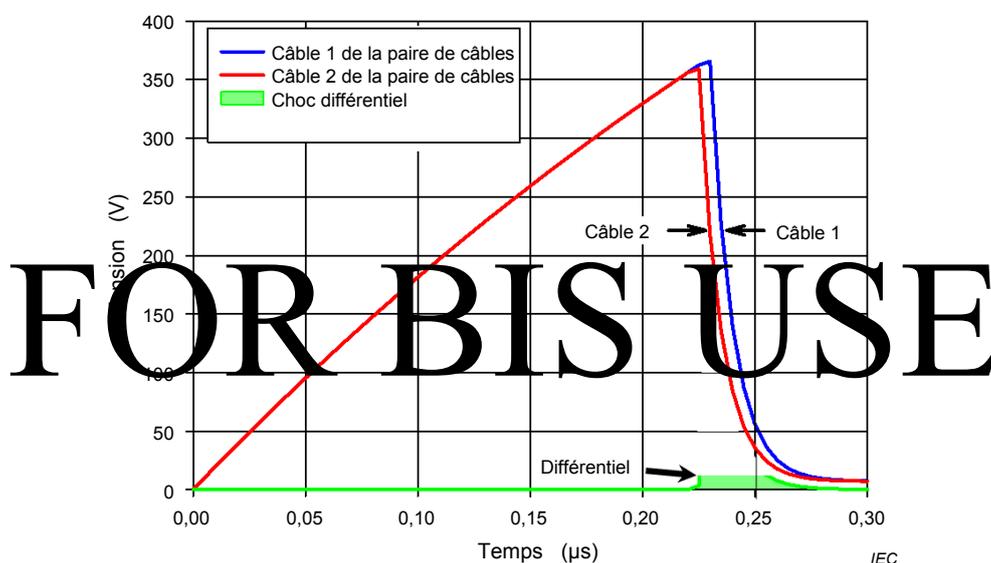


Figure F.5 – Tension de choc différentiel limitée par protection entre câbles

F.3.3 Réduction de la tension de mode différentiel par élément à coupure simple

En utilisant un élément à coupure simple et un pont de diodes conductrices, il est possible de réduire le choc différentiel à la différence des tensions directes des diodes D4 et D6 pour les chocs positifs et des diodes D3 et D5 pour les chocs négatifs (Figures F6, F.7). La technique des diodes à pont peut être étendue afin de protéger plusieurs câbles à paires torsadées par l'ajout de quatre diodes (correspondant à D3 à D6) pour chaque paire torsadée supplémentaire. Cette technique appliquée à plusieurs paires torsadées génère également de faibles niveaux de tension de choc différentiel entre les paires de câbles.

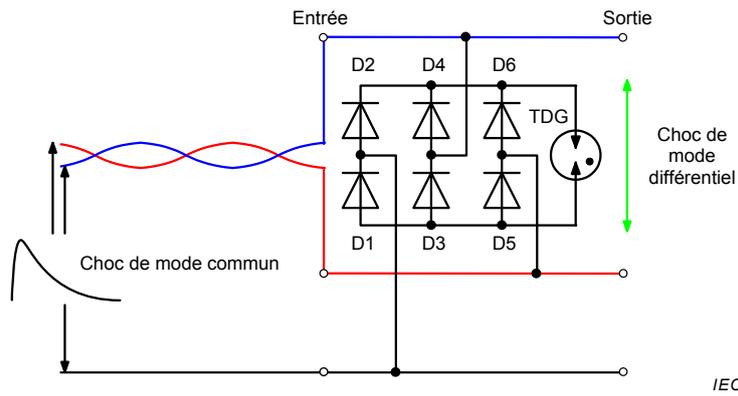


Figure F.6 – Parafoudre utilisant un élément à coupure simple et un pont de diodes conductrices

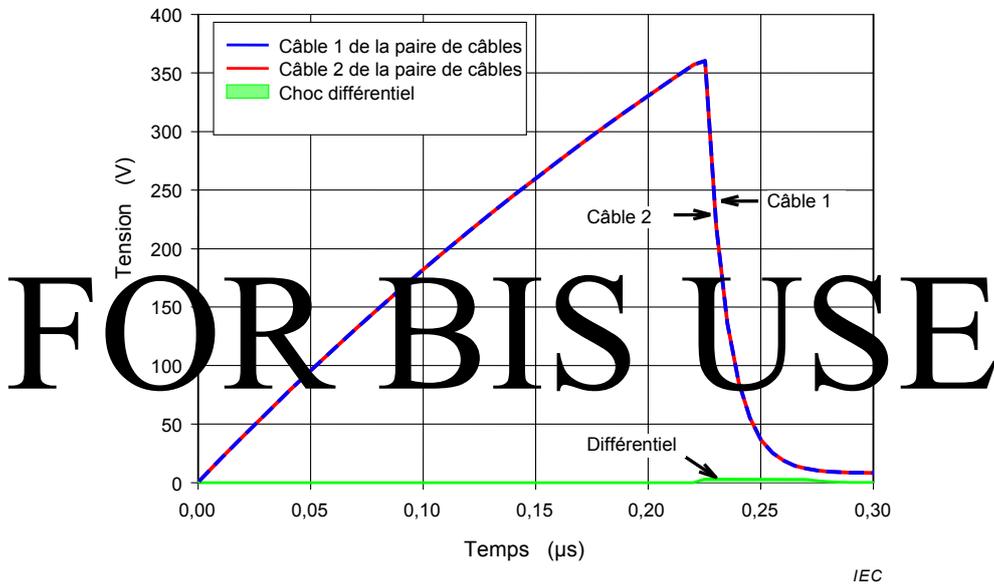


Figure F.7 – Réduction de la tension de choc différentiel par élément à coupure simple et pont de diodes conductrices

Annexe G (informative)

Influence de la CEM des parafoudres

G.1 Généralités

La compatibilité électromagnétique (CEM) désigne la capacité d'un équipement ou d'un système à fonctionner de manière satisfaisante dans son environnement électromagnétique sans occasionner de perturbations électromagnétiques intolérables sur les éléments qui constituent cet environnement. L'ajout de parafoudres ne doit pas réduire cette CEM, et ne doit pas détériorer la fonction prévue du système telle que décrite dans les normes de produit applicables à ce même système.

G.2 Immunité aux perturbations électromagnétiques

Dans les systèmes haute fréquence, le parafoudre peut modifier l'équilibre des lignes, la configuration du câblage et/ou l'efficacité du blindage, rendant nécessaire la réalisation d'essais d'immunité du système.

Il est peu probable que les parafoudres conformes à l'IEC 61643-21 provoquent un déséquilibre des lignes.

G.3 Émissions électromagnétiques

En position de repos (mode de non-suppression), un parafoudre n'engendre pas de perturbations électromagnétiques, et aucun essai d'émission électromagnétique applicable aux parafoudres n'est exigé. Dans les systèmes haute fréquence, le parafoudre peut modifier l'équilibre des lignes, la configuration du câblage et/ou l'efficacité du blindage, rendant nécessaire la réalisation d'essais d'émission électromagnétique applicables au système.

En position de fonctionnement (mode de suppression), la combinaison des parafoudres et du câblage système peut émettre des champs électromagnétiques transitoires, occasionnés par des courants de choc, qui influent de manière négative sur le fonctionnement du système. Les parafoudres de type à coupure peuvent engendrer un champ électromagnétique transitoire supplémentaire lors de la commutation à l'état basse tension (voir Figure A.2).

Annexe H (informative)

Définition du port interne (Source: UIT-T K.44)

Un port d'équipement peut être classé comme port interne uniquement si toutes les conditions suivantes s'appliquent:

- il est raccordé uniquement aux câbles à l'intérieur du ou des bâtiments,
- le câble est raccordé à un port interne du matériel auxiliaire,
- l'équipement et le matériel auxiliaire ont la même référence de terre ou l'équipement est flottant,
- le port n'est pas raccordé à un port externe du matériel auxiliaire,
- le port n'offre pas une fonction que le client peut étendre à un autre bâtiment (par exemple, port POT, Ethernet ou vidéo),
- le port ne comporte pas un raccord conducteur avec un câble qui sort du bâtiment via un autre équipement (par exemple, au moyen d'un répartiteur)

Tout port non conforme aux exigences concernant un port interne au système ou un port interne simple est un port externe.

FOR BIS USE

Annexe I (informative)

Maintenance des parafoudres applicables à la technologie de l'information

I.1 Exigences générales

Les mesures de protection des réseaux de télécommunications et de transmission de signaux et/ou des structures de télécommunications (par exemple, échange bâtiment et sites distants) résultent de l'évaluation du besoin de protection préalablement à la construction ou en cas de changements apportés à l'installation, et elles font partie intégrante d'un système protégé.

Toutes les mesures de protection sont à documenter afin de démontrer qu'elles correspondent à l'obligation d'y apporter une attention toute particulière. Il est nécessaire d'examiner les mesures de protection afin de s'assurer qu'elles peuvent accomplir une fonction nécessaire. Il faut documenter tous les résultats de mesure, ainsi que les protocoles d'inspection, qui sont à conserver tant que la mesure de protection s'applique. Ces résultats sont à comparer avec les résultats des inspections précédentes (voir Note 2). Ceci démontre la divergence fondamentale éventuelle entre les résultats et les valeurs antérieures, et si tel est le cas, il est nécessaire de déterminer les raisons de l'écart observé et d'y remédier.

Des mesures de protection ultérieures, voire l'examen des mesures existantes, pourraient s'avérer nécessaires dans les cas suivants:

- apparition répétée d'un dommage occasionné par des sources électriques;
- montage ultérieur des structures exposées;
- montage ultérieur des centrales/réseaux de traction électriques ou changements ultérieurs apportés à ces centrales/réseaux;
- modification des courants de fonctionnement des centrales/réseaux de traction existants;
- sur demande du client ou de l'autorité.

La maintenance de l'interconnexion des blindages de câbles et de la mise à la terre du blindage, y compris la liaison équipotentielle du système, dépend du câblage.

NOTE Les conditions ambiantes peuvent influencer sur les résultats de mesure.

I.2 Responsabilités concernant la maintenance

L'opérateur du réseau de télécommunications et de transmission de signaux est chargé de la protection de l'installation au sein du réseau.

Le maître d'ouvrage est chargé de la sécurité globale de l'installation au sein du bâtiment, en fournissant une borne d'équipotentialité, une barre d'équipotentialité ou un accès à la borne principale de terre (MEBB) (Figure 4), afin de permettre la mise à la terre des mesures de protection.

Le client est chargé de la protection du réseau (privé) de son bien.

Toutes les parties sont responsables de l'efficacité et de la documentation des mesures de protection dans leurs locaux.

I.3 Maintenance des parafoudres

I.3.1 Généralités

La décision de protéger une structure contre la foudre via un système de protection contre la foudre, ainsi que le choix des mesures de protection, doivent être effectués conformément à l'IEC 62305-2.

Les mesures de protection considérées adaptées aux structures comprennent la structure elle-même et les installations à l'intérieur de cette dernière. Le système de protection contre la foudre est conforme, par exemple, à la conception établie sur l'IEC 62305-3.

I.3.2 Inspection visuelle

Elle inclut l'inspection du système de mise à la terre.

De plus, les inspections suivantes sont à effectuer sur les parties accessibles du réseau:

- dommage visible ou indications des fonctions irréversibles des parafoudres;
- indications du bon état de fonctionnement des parafoudres;
- ajout de nouvelles installations après la dernière inspection qui pourrait augmenter le risque (par exemple, mâts ou antennes au voisinage du système de télécommunications ou des structures fournies).
- après des modifications ou des réparations, ou lorsqu'il est reconnu que la structure a été frappée par la foudre.

I.3.3 Inspection complète

Elle inclut l'inspection visuelle.

De plus, les inspections suivantes sont à effectuer:

- performance fonctionnelle des parafoudres;
- pour les parafoudres contrôlés (transmission de signaux à distance), les fonctions de l'appareil de surveillance (par exemple, télécommande) sont à vérifier.

L'essai de fonctionnement des parafoudres peut être effectué en tant qu'essai pratique, en remplaçant les parafoudres hors de portée, ou par un remplacement périodique.

I.3.4 Périodes d'examen

Il convient de soumettre les mesures de protection à un examen périodique selon le Tableau I.1 ou le Tableau I.2.

FOR BIS USE

Tableau I.1 – Période maximale entre inspections des mesures de protection contre la foudre couvertes par l'IEC 62305-3

Niveau de protection	Inspection visuelle (années)	Inspection complète (années)	Inspection complète des ^{a b} situations critiques (année)
I et II	1	2	1
III et IV	2	4	1

a Il convient que les systèmes de protection contre la foudre utilisés dans les applications impliquant des structures avec un risque dû aux matériaux explosifs, fassent l'objet d'une inspection visuelle tous les 6 mois. Il convient de soumettre l'installation à des essais électriques une fois par an. Une exception acceptable au programme d'essai annuel consisterait à effectuer les essais sur un cycle de 14 à 15 mois lorsqu'il est considéré avantageux d'effectuer des essais de résistance de terre à des périodes différentes de l'année pour être informé des variations saisonnières.

b Les situations critiques peuvent inclure les structures contenant des réseaux internes sensibles, les immeubles administratifs et commerciaux ou les lieux de présence potentielle d'un grand nombre de personnes.

NOTE Pour des informations supplémentaires sur la maintenance et l'examen d'un système de protection contre la foudre (SPF), voir E.7 de l'IEC 62305-3:2010.

Tableau I.2 – Période maximale entre inspections des mesures de protection contre la foudre couvertes par l'UIT-T K.69 [28]

Élément à inspecter	Inspection visuelle (années)	Inspection complète (années)
Mesures de protection	3	6 (note)

NOTE Les informations concernant certaines expériences des opérateurs et le réseau propre à des périodes d'examen raisonnables des tubes à décharge de gaz, ainsi que les essais réalisés à une étude sur le terrain, sont données à l'Annexe I. L'essai de fonctionnement des parafoudres et la période d'examen peuvent faire l'objet de demandes des constructeurs.

FORBIS USE

Annexe J (informative)

Augmentation de potentiel de terre (EPR – Earth potential rise)

J.1 Généralités

Un potentiel de tension par le sol ou à travers la surface du sol se produit lorsqu'un courant de toute amplitude ou de toute fréquence circule via la résistivité locale du sol. Un dommage électrique des matériels et des interfaces de communication se produit lorsqu'il existe une grande différence dans le potentiel de terre due à l'augmentation de potentiel de terre (EPR), sur un site relié à la terre locale contenant des matériels de communication, ou entre des sites locaux et distants contenant des matériels de communication connectés par l'intermédiaire de circuits et de blindages de communication câblés.

J.2 Causes de l'EPR

L'EPR liée à l'alimentation est occasionnée par la circulation d'un courant de défaut de 50 Hz / 60 Hz basse fréquence à travers une grille de mise à la terre ou le sol via un croisement avec ligne électrique à un arbre ou autres chemins de terre, voire la commutation du réseau public des lignes électriques. Cet événement peut durer entre quelques fractions de seconde et plusieurs minutes.

L'EPR liée à la foudre est occasionnée par une augmentation rapide du courant de l'ordre de plusieurs kA avec des temps de montée exprimés en nanosecondes voire microsecondes et des durées d'impulsion exprimées en microsecondes voire millisecondes, ledit courant circulant à travers une grille de mise à la terre ou le sol.

Les lignes ferroviaires électrifiées provoquent également l'EPR.

J.3 Influence de la résistivité du sol

L'importance de l'EPR dépend de l'importance du courant, de la résistivité locale du sol et de l'impédance à la terre résultante. La résistivité du sol environnant dépend de sa composition, de sa température, de sa teneur en humidité et de sa teneur électrolytique, ainsi que de l'importance du courant (ionisation du sol), et varie de plusieurs Ohms-m à plus de 1 000 Ohms-m.

J.4 Fibres optiques

Remplacer les conducteurs métalliques par des conducteurs à fibres optiques constitue un excellent moyen de réduction des dommages liés à l'EPR. Une protection appropriée contre les surintensités et un emplacement adapté des raccords de câble / pièce en traction sont nécessaires.

Annexe K (informative)

Références et exemples de gestion du risque établis sur l'IEC 62305-2

L'IEC 62305-2 fournit des informations détaillées concernant le calcul du risque de dommages des équipements. La liste suivante indique les alinéas significatifs concernant le calcul et les exemples:

- L'Annexe B de l'IEC 62305-2:2010 décrit une évaluation de la probabilité de dommages P_X .
- L'Annexe C de l'IEC 62305-2:2010 décrit une évaluation du montant des pertes L_X .
- L'Annexe E de l'IEC 62305-2:2010 présente des exemples de gestion du risque dans une maison rurale, un bâtiment de bureaux, un hôpital et un immeuble d'appartements.

L'analyse présentée suppose que toutes les fonctions entrantes prennent la forme de conducteurs métalliques.

Dans le cas de conducteurs non métalliques, par exemple, des fibres optiques, il est nécessaire d'être informé du fait que les fonctions de distribution au sein du bâtiment peuvent s'effectuer par des conducteurs métalliques. Pour ce type de situation, l'UIT-T K.92 fournit des informations sur l'environnement CEM. Il convient de prendre en considération l'amélioration des mesures de tenue aux chocs énumérées en C.1.3 (Traitement du risque) du présent document.

FOR BIS USE

Bibliographie

- [1] IEC 61000-6-1:2005, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 6-1: Normes génériques – Immunité pour les environnements résidentiels, commerciaux et de l'industrie légère*
- [2] IEC 61000-2-2:2002, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 2-2: Environnement – Niveaux de compatibilité pour les perturbations conduites à basse fréquence et la transmission des signaux sur les réseaux publics d'alimentation basse tension*
- [3] IEC 61643-311:2013, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 311: Exigences de performance et circuits d'essai pour tubes à décharge de gaz (TDG)*
- [4] IEC 61643-312:2013, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 312: Principes de choix et d'application pour les tubes à décharge de gaz*
- [5] IEC 61643-321:2001, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 321: Spécifications pour les diodes à avalanche (ABD)*
- [6] IEC 61643-331:2003, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 331: Spécifications pour les varistances à oxyde métallique (MOV)*
- [7] IEC 61643-341:2001, *Composants pour parafoudres basse tension – Partie 341: Spécifications pour les parafoudres à thyristor*
- [8] ETSI TS 101 524-1:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetrical single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); Part 1: Functional requirements*
- [9] ETSI TS 101 524-2:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetrical single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); Part 2: Transceiver requirements*
- [10] ETSI TS 101 270-2:2003, *Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Very high speed Digital Subscriber Line (VDSL) – Part 2: Transceiver specification*
- [11] ETSI TS 101 135:2000, *Transmission and Multiplexing (TM); High bit-rate Digital Subscriber Line (HDSL) transmission systems on metallic local lines; HDSL core specification and applications for combined ISDN-BA and 2 048 kbit/s transmission*
- [12] ETSI TS 101 388:2007, *Access Terminals Transmission and Multiplexing (ATTM); Access transmission systems on metallic access cables; Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) – European specific requirements [ITU-T Recommendation G.992.1 modified]*
- [13] ETSI TS 102 080:2003, *Transmission and Multiplexing (TM); Integrated Services Digital Network (ISDN) basic rate access; Digital transmission system on metallic local lines*
- [14] ETSI TS 101 524:2010, *Access, Terminals, Transmission and Multiplexing (ATTM); Access transmission system on metallic access cables; Symmetric single pair high bitrate Digital Subscriber Line (SDSL); [ITU-T Recommendation G.991.2 (2005), modified]*
- [15] Recommandation UIT-T K.20:2011, *Immunité des équipements de télécommunication des centres de télécommunication aux surtensions et aux surintensités*
- [16] Recommandation UIT-T K.21:2011, *Immunité des équipements de télécommunication installés dans les locaux d'abonné aux surtensions et aux surintensités*
- [17] Recommandation UIT-T K.45:2011, *Immunité des équipements de télécommunication installés dans les réseaux d'accès et de jonction aux surtensions et aux surintensités*

- [18] Recommandation UIT-T K.73:2008, *Blindage des câbles entre les bâtiments et équipotentialité*
- [19] Recommandation UIT-T K.85:2011, *Prescriptions pour l'atténuation des effets de la foudre sur les réseaux domestiques installés dans les locaux des abonnés*
- [20] Recommandation UIT-T K.11:2009, *Principes de la protection contre les surtensions et les surintensités*
- [21] Recommandation UIT-T K.12:2010, *Caractéristiques des parafoudres à gaz destinés à la protection des installations de télécommunication*
- [22] Recommandation UIT-T K.27:1996, *Configurations équipotentielle et mise à la terre dans les bâtiments de télécommunication*
- [23] Recommandation UIT-T K.39:1996, *Évaluation des risques d'endommagement des installations de télécommunication par la foudre*
- [24] Recommandation UIT-T K.44:2012, *Tests d'immunité des équipements de télécommunication exposés aux surtensions et aux surintensités – Recommandation fondamentale*
- [25] Recommandation UIT-T K.46:2012, *Protection des lignes de télécommunication à conducteurs métalliques symétriques contre les surtensions induites par la foudre*
- [26] Recommandation UIT-T K.47:2012, *Protection des lignes de télécommunication contre les décharges directes de foudre*
- [27] Recommandation UIT-T K.66:2011, *Protection des locaux clients contre les surtensions*
- [28] Recommandation UIT-T K.69:2009, *Maintenances des dispositions de protection*
- [29] Recommandation UIT-T K.82:2010, *Caractéristiques des dispositifs à semi-conducteurs et à autorétablissement pour la protection des installations de télécommunication contre les surintensités*
- [30] Recommandation UIT-T K.72:2011, *Protection des lignes de télécommunication à conducteurs métalliques contre la foudre – Gestion des risques*
- [31] Recommandation UIT-T G.703:2001, *Caractéristiques physiques et électriques des interfaces numériques hiérarchiques*
- [32] Recommandation UIT-T G.961:1993, *Système de transmission numérique en lignes locales métalliques pour accès RNIS au débit de base*
- [33] Recommandation UIT-T G.992.1:1999, *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL)*
- [34] Recommandation UIT-T G.992.3:2009, *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 (ADSL2)*
- [35] Recommandation UIT-T G.992.4:2002, *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique sans filtre séparateur 2 (ADSL2 sans filtre séparateur)*
- [36] Recommandation UIT-T G.992.5:2009, *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique asymétrique 2 (ADSL2) – ADSL2 à largeur de bande étendue (ADSL2plus)*
- [37] Recommandation UIT-T G.993.1:2004, *Émetteurs-récepteurs pour lignes d'abonné numérique à très grande vitesse (VDSL)*
- [38] Recommandation UIT-T G.993.2:2011, *Émetteurs-récepteurs de ligne d'abonné numérique à très grande vitesse 2 (VDSL2)*

- [39] EN 50173-1:2007, *Technologies de l'information – Systèmes génériques de câblage – Partie 1: Exigences générales*
- [40] Directive UIT-T concernant la protection des lignes de télécommunication contre les effets préjudiciables des lignes électriques et des chemins de fer électrifiés; Volume II Calcul des tensions et courants induits dans des cas pratiques (1998)
- [41] ISO/IEC 8802-5:1998, *Technologies de l'information – Télécommunications et échange d'information entre systèmes – Réseaux locaux et métropolitains – Exigences spécifiques – Partie 5: Méthode d'accès par anneau à jeton et spécifications pour la couche physique*
- [42] EN 50083-1:1993, *Cable networks for television signals, sound signals and interactive services – Part 1: Safety requirements* (disponible en anglais seulement)
- [43] IEC 60728-2:2010, *Cable distribution systems for television and sound signals – Part 2: Electromagnetic compatibility for equipment* (disponible en anglais seulement)
- [44] ISO/IEC 11801:2011, *Information technology – Generic cabling for customer premises* (disponible en anglais seulement)
- [45] ISO Guide 73 2009, *Management du risque – Vocabulaire*
- [46] EN 50468:2009, *Exigences de tenue aux surtensions et aux surintensités dues à la foudre pour les matériels avec port de communication*
- [47] Rapport CENELEC ROBT 003, Guide ETSI EG 201 280, *Prescriptions de tenue aux chocs des équipements disposant d'accès de télécommunication(s)*
- [48] Telcordia GR-1089-COR1:2011, *Electromagnetic Compatibility and Electrical Safety- Generic Criteria for Network Telecommunication Equipment*
- [49] IEEE 802.3af.2003, *DTE Power via MDI*
- [50] IEEE C62.50:2010, *Standard for performance criteria and test methods for plug-in (portable) multiservice (multiport) surge-protective devices for equipment connected to a 120/240 V single phase power service and metallic conductive communication line(s)*
- [51] IEC 60364-5-51, *Installations électriques des bâtiments – Partie 5-51: Choix et mise en œuvre des matériels électriques – Règles communes*
- [52] IEC 60721-3-3:1994, *Classification des conditions d'environnement – Partie 3-3: Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités – Utilisation à poste fixe, protégé contre les intempéries*
-

FOR BIS USE

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

3, rue de Varembé
PO Box 131
CH-1211 Geneva 20
Switzerland

Tel: + 41 22 919 02 11
Fax: + 41 22 919 03 00
info@iec.ch
www.iec.ch

FOR BIS USE