

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61643-22

Première édition
First edition
2004-11

Parafoudres basse tension –

Partie 22:

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

Low-voltage surge protective devices –

Part 22:

**Surge protective devices connected to
telecommunications and signalling networks –
Selection and application principles**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 61643-22:2004

Numérotation des publications

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

Editions consolidées

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

Informations supplémentaires sur les publications de la CEI

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Service clients

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

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

Publication numbering

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

Consolidated editions

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

Further information on IEC publications

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

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

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

- IEC Just Published

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

- Customer Service Centre

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

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

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

61643-22

Première édition
First edition
2004-11

Parafoudres basse tension –

Partie 22:

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

Low-voltage surge protective devices –

Part 22:

**Surge protective devices connected to
telecommunications and signalling networks –
Selection and application principles**

© IEC 2004 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

X

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

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	10
1 Domaine d'application	12
2 Références normatives	12
3 Termes et définitions	14
4 Description des technologies	14
4.1 Dispositifs limiteurs de tension	14
4.2 Dispositifs limiteurs de courant	16
5 Paramètres de choix des parafoudres et des essais appropriés de la CEI 61643-21	18
5.1 Environnements connu et inconnu	18
5.2 Paramètres du parafoudre qui peuvent affecter le fonctionnement normal du système	18
6 Gestion du risque	20
6.1 Analyse du risque	20
6.2 Identification du risque	22
6.3 Traitement du risque	22
7 Mise en œuvre des parafoudres	26
7.1 Généralités	26
7.2 Mécanismes de couplage	26
7.3 Utilisation, choix et installation des parafoudres	30
8 Parafoudres multifonctions	46
9 Coordination des parafoudres/MTI	46
Annexe A (informative) Dispositifs limiteurs de tension	50
Annexe B (informative) Dispositifs limiteurs de courant	60
Annexe C (informative) Gestion du risque	70
Annexe D (informative) Caractéristiques de transmission dans les schémas IT	78
Annexe E (informative) Coordination des parafoudres/MTI	84
Bibliographie	90
Figure 1 – Installation des parafoudres dans les réseaux de télécommunications et de transmission de signaux	24
Figure 2 – Mécanismes de couplage	28
Figure 3 – Exemple de configuration du concept de protection contre la foudre	32
Figure 4 – Exemple de configuration selon les zones (Figure 2)	36
Figure 5 – Exemple de mesures de protection de l'information (f) et de l'entrée de l'alimentation (g) d'un MTI contre les tensions de mode commun et les tensions de mode différentiel	38
Figure 6 – Influence des tensions U_{L1} et U_{L2} sur le niveau de protection en tension U_p générées par l'induction dans les raccords	40
Figure 7 – Suppression des tensions U_{L1} et U_{L2} de l'unité de protection par connexion des raccords à un point commun	42

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	11
1 Scope.....	13
2 Normative references	13
3 Terms and definitions	15
4 Description of technologies	15
4.1 Voltage-limiting devices.....	15
4.2 Current-limiting devices.....	17
5 Parameters for selection of SPDs and appropriate tests from IEC 61643-21.....	19
5.1 Controlled and uncontrolled environments.....	19
5.2 SPD parameters that may affect normal system operation.....	19
6 Risk management.....	21
6.1 Risk analysis	21
6.2 Risk identification	23
6.3 Risk treatment.....	23
7 Application of SPDs.....	27
7.1 General	27
7.2 Coupling mechanisms	27
7.3 Application, selection and installation of surge protective devices (SPDs)	31
8 Multiservice surge protective devices	47
9 Coordination of SPDs/ITE.....	47
Annex A (informative) Voltage-limiting devices	51
Annex B (informative) Current-limiting devices.....	61
Annex C (informative) Risk management	71
Annex D (informative) Transmission characteristics related to IT systems.....	79
Annex E (informative) Coordination of SPDs/ITE	85
Bibliography.....	91
Figure 1 – SPD installation in telecommunications and signalling networks.....	25
Figure 2 – Coupling mechanisms	29
Figure 3 – Example of a configuration of the lightning protection concept	33
Figure 4 – Example of a configuration according to the zones(Figure 2)	37
Figure 5 – Example of protecting measures against common-mode voltages and differential mode voltages of the data (f) and supply voltage input (g) of an ITE.....	39
Figure 6 – Influence of the voltages U_{L1} and U_{L2} on the protection level U_P caused by the inductance of the leads	41
Figure 7 – Removal of the voltages U_{L1} and U_{L2} from the protector unit by connecting leads to a common point.....	43

Figure 8 – Conditions d'installation nécessaires pour un parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne avec un MTI pour réduire les influences des interférences sur le niveau de protection en tension.....	44
Figure 9 – Coordination de deux parafoudres.....	46
Figure A.1 – Circuit pour dispositifs à blocage de tension	50
Figure A.2 – Circuit pour dispositifs à coupure de tension	54
Figure B.1 – Circuit pour dispositifs à interruption	60
Figure B.2 – Circuit pour les dispositifs à réduction de courant	62
Figure B.3 – Circuit pour les dispositifs à écoulement de courant.....	66
Figure C.1 – Méthode d'évaluation du risque	72
Figure E.1 – Processus de vérification de la coordination	86
Tableau 1 – Responsabilité des mesures de protection.....	20
Tableau 2 – Mécanismes de couplage	30
Tableau 3 – Aide au choix pour la calibration des parafoudres pour un usage dans des interfaces (de zones) selon la CEI 61312-1 et la CEI 61000-4-5.....	34
Tableau C.1 – Réseaux d'énergie aériens en courant alternatif.....	74
Tableau C.2 – Câbles électriques souterrains en courant alternatif.....	76
Tableau C.3 – Réseaux d'énergie aériens en courant continu	76
Tableau C.4 – Câbles électriques souterrains en courant continu	76
Tableau D.1 – Caractéristiques de transmission pour les systèmes de télécommunications sur les lignes d'abonnés.....	80
Tableau D.2 – Caractéristiques de transmission des schémas IT dans les locaux d'abonnés	82
Tableau D.3 – Caractéristiques de transmission des réseaux de télévision par câble.....	82

Figure 8 – Necessary installation conditions of a three, five or multi-terminal SPD with an ITE for minimizing the interference influences on the protection level.....	45
Figure 9 – Coordination of two SPDs	47
Figure A.1 – Circuit for voltage-clamping devices	51
Figure A.2 – Circuit for voltage-switching devices	55
Figure B.1 – Circuit for interrupting devices	61
Figure B.2 – Circuit for current-reducing devices	63
Figure B.3 – Circuit for current-diverting devices.....	67
Figure C.1 – Risk evaluation procedure	73
Figure E.1 – Coordination verification process	87
Table 1 – Responsibility for managing the protective measures	21
Table 2 – Coupling mechanisms	31
Table 3 – Selection aid for rating SPDs for the use in (zone) interfaces, according to IEC 61312-1 and IEC 61000-4-5	35
Table C.1 – AC overhead power systems.....	75
Table C.2 – AC underground electric cables	77
Table C.3 – DC overhead power systems	77
Table C.4 – DC underground electric cables	77
Table D.1 – Transmission characteristics for telecommunications systems in access networks.....	81
Table D.2 – Transmission characteristics of IT systems in customer premises	83
Table D.3 – Transmission characteristics of cable TV-systems	83

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

PARAFOUDRES 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 (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI 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 la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 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 la CEI, 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 la CEI, 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 la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, 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 la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

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

Le texte de la présente norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
37A/157/FDIS	37A/161A/RVD

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

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 Standards (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 provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 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 TC 37: Surge arresters.

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

FDIS	Report on voting
37A/157/FDIS	37A/161A/RVD

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

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

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

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61643-22:2004

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61643-22:2004

Withdrawn

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est un guide d'application des parafoudres pour les lignes de télécommunications et de transmissions de signaux ainsi que des dispositifs de protection qui comportent des parafoudres de télécommunications et de transmissions de signaux dans la même enveloppe que les parafoudres de lignes de puissance. Les définitions et méthodes d'essai sont données dans la CEI 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. Les systèmes de télécommunications et de transmission de signaux pouvant 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 le matériel de technologie de l'information (MTI) 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 MTI installés sur les lignes de télécommunications et de transmission de signaux.

La coordination des parafoudres garantit que les interactions entre eux, aussi bien qu'entre un parafoudre et les MTI à protéger seront réalisées. La coordination nécessite que le niveau de protection en tension, U_p , et le courant conventionnel de non fonctionnement, I_p , du premier parafoudre ne dépassent pas la tenue aux chocs des parafoudres ou des MTI 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 que 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 les MTI;
- niveaux de limitation en tension du parafoudre et temps de réponse.

La performance d'un parafoudre et sa coordination avec les autres parafoudres peut être affectée 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 le parafoudre en cours d'étude, il est recommandé que des parafoudres de performances plus élevées soient utilisés.

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.

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. 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 the 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:

- waveshape 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-limiting levels and response times.

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.

PARAFOUDRES 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 la CEI 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 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.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61000-4-5:1995, *Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-5: Techniques d'essai et de mesures – Essai d'immunité aux ondes de choc*

CEI 61312-1:1995, *Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre – Partie 1: Principes généraux*

CEI 61312-2:1999, *Protection contre l'impulsion électromagnétique générée par la foudre (IEMF) – Partie 2: Blindage des structures, équipotentialité dans les structures et mise à la terre*

CEI 61643-1:1998, *Dispositifs de protection contre les surtensions connectés aux réseaux de distribution basse tension – Partie 1: Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais¹*

CEI 61643-21:2000, *Parafoudres basse tension – Partie 21: Parafoudres connectés aux réseaux de signaux et de télécommunications – Prescriptions de fonctionnement et méthodes d'essais*

ITU-T K.31:1993, *Configurations équipotentielle et mise à la terre des installations de télécommunication à l'intérieur d'un bâtiment d'abonné*

¹ Une nouvelle édition est à l'étude.

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.

2 Normative references

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

IEC 61000-4-5:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test*

IEC 61312-1:1995, *Protection against lightning electromagnetic impulse – Part 1: General principles*

IEC 61312-2:1999, *Protection against lightning electromagnetic impulse (LEMP) – Part 2: Shielding of structures, bonding inside structures and earthing*

IEC 61643-1:1998, *Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Part 1: Performance, requirements and testing methods*¹

IEC 61643-21:2000, *Low-voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*

ITU-T K.31:1993, *Bonding configurations and earthing of telecommunication installations inside a subscriber's building*

¹ A new edition is currently under consideration.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

tenue aux chocs

aptitude d'un parafoudre ou d'un matériel de technologie de l'information (MTI) à résister à une surtension ou à une surintensité sans dommage

NOTE Cette définition est dérivée de la CEI 61663-2 [1]² et est modifiée pour cette application. L'équipement peut perdre une partie de ses fonctions lors de la surtension/surintensité, mais fonctionne correctement après cessation de ces phénomènes.

3.2

parafoudre multifonction

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

4 Description des technologies

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.

4.1 Dispositifs limiteurs de tension

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. Cette tension, U_{c1} , 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 système.

Des composants multiples peuvent être utilisés pour constituer des ensembles. Le raccordement de composants de parafoudres limiteurs de tension en série entraîne des niveaux de protection en tension plus élevés. Le raccordement de composants en parallèle augmentera la tenue aux courants de chocs de l'ensemble. Il convient cependant de porter attention à une répartition correcte des courants entre les composants en parallèle.

Quelques technologies, par exemple les varistances à oxyde métallique, disposent de caractéristiques tension-courant fondamentalement symétriques pour des tensions de polarités positive et négative. De tels dispositifs sont classés symétriques bidirectionnels. Les dispositifs 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 jonctions PN à semiconducteurs, disposent de caractéristiques tension-courant fondamentalement différentes pour des tensions de polarités positive et négative.

4.1.1 Type à 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 absorberont une énergie substantielle pendant la surtension.

² Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.

3 Terms and definitions

For the purposes of this document, the following definitions apply.

3.1

resistibility

ability of an SPD or information technology equipment (ITE) to withstand an overvoltage or overcurrent event without damage

NOTE This definition is derived from IEC 61663-2 [1]² and is modified for this application. The equipment can lose some function during the overvoltage/overcurrent, but works correctly after the application of the overvoltage/overcurrent.

3.2

multiservice surge protective device

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

4 Description of technologies

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

4.1 Voltage-limiting devices

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. This voltage, U_{C1} , 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 results in higher voltage protection levels. Parallel component connection will increase the surge current capability of the assembly. However, care should be taken to assure current sharing between the parallel components.

Some technologies, e.g. metal oxide varistors, have voltage-current characteristics that are inherently symmetrical for positive and negative voltage polarities. Such devices are classified as symmetrical bi-directional. Devices 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 semiconductor junctions, have voltage-current characteristics that are inherently different for positive and negative voltage polarities.

4.1.1 Clamping-type

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 absorb substantial energy during the overvoltage.

² Figures in square brackets refer to the bibliography.

4.1.2 Type à coupure

Ces composants de parafoudres disposent de caractéristiques tension-courant 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 sera 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 réarmement du dispositif de type à coupure, ces dispositifs restent à l'état conducteur. Le choix correct du parafoudre et la conception du circuit permettront le retour du parafoudre à un état de forte résistance sous une tension et pour des courants normaux du réseau.

4.2 Dispositifs limiteurs de courant

Pour limiter une surintensité, il faut que la 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.

4.2.1 Type à interruption de courant

Ces dispositifs ouvrent la boucle de circuit du courant de choc vers le parafoudre ou le MTI, (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 doit être contrôlé pour empêcher les dangers liés à la sécurité. Après une interruption, il est nécessaire de procéder à une maintenance pour restaurer l'utilisation normale. Un exemple de dispositif à interruption de courant est le fusible.

4.2.2 Type à réduction de courant

Ces dispositifs réduisent la circulation du courant par insertion d'une série importante de résistances avec la charge (voir Figure B.2). Un exemple de dispositif 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 qui conduit à ce que la température de la thermistance soit supérieure à son seuil de température (typiquement 120 °C). Par conséquent, cela conduit à une variation de la résistance de la thermistance de quelques ohms à plusieurs centaines de kilo-ohms, réduisant ainsi le courant. Le courant plus faible après la modification vers une résistance élevée maintient la température de la thermistance CTP, forçant ainsi la thermistance CTP 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 et si la tension et le courant de fonctionnement du réseau ne dépassent pas les caractéristiques de réarmement de la CTP, la thermistance CTP refroidira et reviendra à une valeur de résistance faible.

4.2.3 Type à écoulement de courant

Ces dispositifs placent effectivement un court-circuit sur le réseau au point d'installation. (Figure B.3). 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, il se peut qu'il soit nécessaire de procéder à sa maintenance pour restaurer son utilisation normale.

4.1.2 Switching-type

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 device, these devices 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.

4.2 Current-limiting devices

To limit an overcurrent, the protection device 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.

4.2.1 Current-interrupting type

These devices open the circuit path for the surge current to the SPD or ITE, (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 device is a fuse.

4.2.2 Current-reducing type

These devices reduce the current flow by effectively inserting a large series resistance with the load (see Figure B.2). 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, which results in the thermistor's temperature exceeding its threshold temperature (typically 120 °C). Consequently, this causes a thermistor resistance 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. If the system's operating voltage and current do not exceed the PTC reset characteristics, the PTC thermistor will cool and return to a low resistance value after the surge.

4.2.3 Current-diverting type

These devices effectively place a short-circuit across the network at the point of installation. (see Figure B.3). 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 Paramètres de choix des parafoudres et des essais appropriés de la CEI 61643-21

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 servir de guide dans leur choix pour les systèmes de transmission de signaux et les réseaux d'énergie. Les valeurs de ces paramètres peuvent être fournies par les constructeurs de parafoudres et les fournisseurs. La vérification des valeurs ou leur obtention si elles ne sont pas indiquées par les fournisseurs doit être effectuée par les essais et méthodes décrits dans la CEI 61643-21.

5.1 Environnements connu et inconnu

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

5.1.1 Environnement connu

Gamme de températures:	–5 °C à 40 °C
Gamme d'humidité:	10 % HR à 80 % HR
Gamme de pressions atmosphériques:	80 kPa à 106 kPa

Un environnement connu est un des environnements possibles dans l'environnement dirigé d'un bâtiment ou d'une autre infrastructure. Cet environnement connu sera, au pire, naturellement chauffé et refroidi mais sera protégé contre les conditions extrêmes de l'environnement naturel.

5.1.2 Environnement inconnu

Gamme de températures:	–40 °C à 70 °C
Gamme d'humidité:	5 % HR à 96 % HR
Gamme de pressions atmosphériques:	80 kPa à 106 kPa

5.2 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 service 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 listés ci-dessous:

- capacité;
- résistance série;
- perte d'insertion (atténuation);

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

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.

5.1 Controlled and uncontrolled environments

The SPD parameters shall be suitable for the intended environment.

5.1.1 Controlled environments

Temperature range: –5 °C to 40 °C

Humidity range: 10 % RH to 80 % RH

Air pressure range: 80 kPa to 106 kPa

The controlled environment is one within the managed environment of a building or other infrastructure. This controlled environment will be at the very least naturally heated and cooled but will be protected against the extremes of the natural environment.

5.1.2 Uncontrolled environments

Temperature range: –40 °C to 70 °C

Humidity range: 5 % RH to 96 % RH

Air pressure range: 80 kPa to 106 kPa

5.2 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;

- atténuation de réflexion;
- atténuation de conversion longitudinale;
- paradiaphonie (NEXT).

De ce fait, il peut être nécessaire que les parafoudres soient testés par des essais choisis dans la CEI 61643-21. L'Annexe D fournit des informations concernant les technologies de l'information et quelques-unes de leurs caractéristiques de transmission qui doivent être prises en compte lors de l'utilisation des parafoudres dans ces systèmes.

6 Gestion du risque

Il convient que le besoin de mesures de protection (par exemple la protection par parafoudres) pour les systèmes Technologie Informatique 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 Technologie Informatique 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 d'installer des mesures de protection doit être appréciée 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, c'est l'opérateur réseau qui doit s'en charger. 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 suivant donne une vue d'ensemble de la répartition des responsabilités concernant les mesures de protection.

Tableau 1 – Responsabilité des mesures de protection

Schéma Technologie Informatique	Responsabilité
Installation à l'intérieur de la structure; réseau privé	Client
Installation à l'extérieur de la structure; réseau de l'opérateur	Opérateur réseau
Interconnexion entre le réseau de l'opérateur et le réseau privé (NT)	Opérateur réseau ou client
Matériels de technologie de l'information MTI	Client (voir NOTE)
Mesures de protection supplémentaires tenant compte de l'appréciation du risque	Client

NOTE Les exigences de tenue aux chocs des matériels de télécommunications sont données dans la série de l'ITU-T K et citées en référence par la CEI 61663-2; [1], elles sont appliquées par le constructeur de MTI à la demande des clients.

6.1 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.

- 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 information technologies and some of their transmission characteristics that have to be taken into account when applying SPDs to these systems.

6 Risk management

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), the following Table 1 gives a general overview of the responsibility for managing the protective measures.

Table 1 – Responsibility for managing the protective measures

Information Technology System	Responsibility
Installation inside the structure; private network	Customer
Installation outside the structure; operator's network	Network operator
Interconnection between operator's network and private network (NT)	Network operator or customer
Information technology equipment ITE	Customer (see NOTE)
Additional protective measures based on risk assessment	Customer
NOTE Resistibility requirements of telecommunications equipment are given in the ITU-T K series as referenced in IEC 61663-2-11, they are implemented by the ITE manufacturer by market demands.	

6.1 Risk analysis

Risk analysis takes into consideration the following electromagnetic phenomena:

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

6.2 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).

6.3 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). Pour de plus amples informations concernant la gestion du risque, voir l'Annexe E.

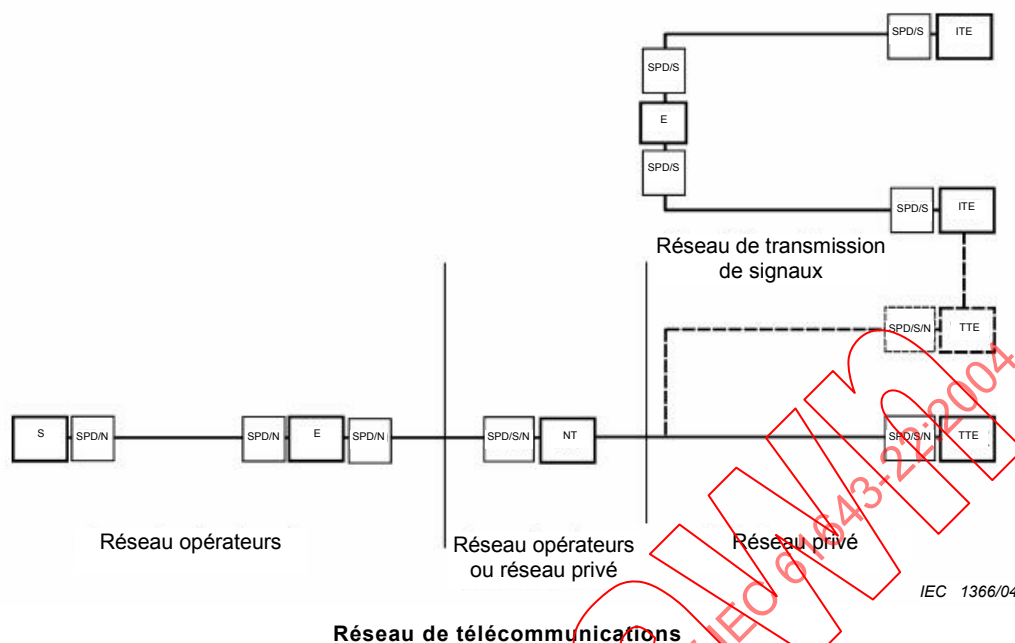
6.2 Risk identification

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).

6.3 Risk treatment

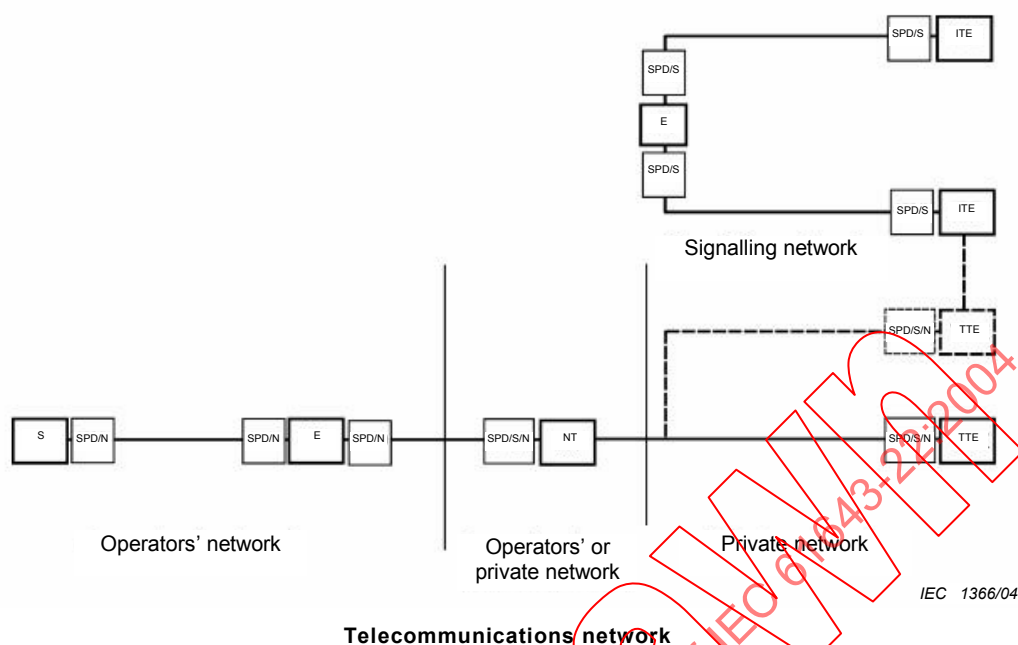
Risk treatment considers reduction of damage to the whole of the communication network, i.e. all types of networks, public and private, including all kinds of transmission or terminal equipment. The installation of SPDs can be subject to requirements and/or restrictions given by the network operator,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



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 (c'est-à-dire multiplexeur)
NT	interface avec le réseau externe
MTI	matériel de technologie de l'information ou commande de traitement (MTI)
TTE	terminal de télécommunication

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

**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

Figure 1 – SPD installation in telecommunications and signalling networks

7 Mise en œuvre des parafoudres

7.1 Généralités

Pour prendre en compte la mise en œuvre des parafoudres dans un réseau 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 au réseau. Celles-ci sont présentées à la Figure 2 ainsi que les moyens de réduire la quantité d'énergie couplée au réseau.

7.2 Mécanismes de couplage

Les sources principales d'énergie représentant une menace pour les systèmes 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 et le contact direct du réseau d'énergie autant 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 doit être installée. Une importante mesure complémentaire consiste à réduire l'impédance de toutes les connexions de liaison des matériels à la barre d'équipotentialité du bâtiment. Le blindage métallique du câble, s'il est utilisé, doit être continu, c'est-à-dire qu'il doit être connecté au travers de toutes les épissures et de tous les régénérateurs, etc., tout au long de la longueur du câble. Il doit aussi être raccordé 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 services entrants 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 tous les services entrants pénètrent. Si une certaine distance est nécessaire entre l'équipement protégé et la zone d'entrée du câble, une attention particulière doit être portée à la réduction des liaisons de matériel et de l'impédance du conducteur de liaison du parafoudre.

La Figure 2 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 remarquer 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, serviront de guide pour la compréhension de la figure et du tableau. A fin de simplification, le schéma illustre un coup de foudre direct descendant un conducteur unique. En réalité, le système disposera de plusieurs conducteurs de descente et le courant de foudre direct sera pondéré à travers eux. Suite à cette répartition du courant, les amplitudes des tensions de choc seront alors réduites par les mécanismes de couplage inductif.

La Figure 2 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 services entrants (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 tous les services entrants 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 dispose d'une terre séparée pour des raisons de conformité avec l'alimentation. Il convient que tous les services entrant dans le bâtiment soient raccordés 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

7 Application of SPDs

7.1 General

When considering the application of SPDs to a telecommunications and signalling network, it is important to determine the probable overvoltage and overcurrent sources and how energy from these sources is coupled into the network. These are shown in Figure 2, as are means for reducing 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 lightning direct strike 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.

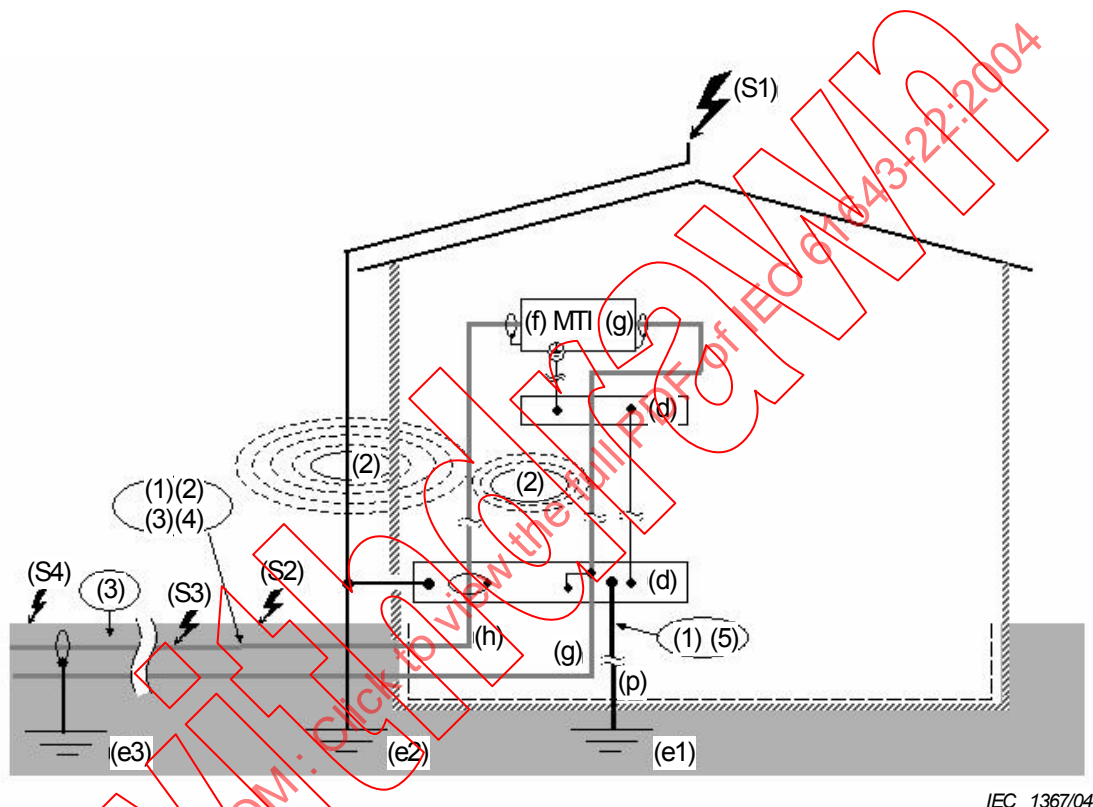
Protective measures shall be coordinated with the system to be protected. Wherever protective measures are needed in a building, an equipotential bonding bar (EBB) shall be installed. A further important measure is to minimize the impedance of all bonding connections from the equipment to the building EBB. The metallic shield of the cable, if used, shall be continuous, i.e. it shall be connected across all splices, regenerators, etc. along the length of the cable. 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 2 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 2 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 has a separate earth for power compliance reasons. 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,

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. Tous les services entrant dans la zone sont référencés 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.

Le Tableau 2 montre la relation entre le type de perturbation/mécanisme de couplage (c'est-à-dire le couplage résistif d'un coup de foudre direct). Les formes d'ondes des tension et courant ainsi que les catégories d'essai sont choisies dans le Tableau 3 de la CEI 61643-21.



IEC 1367/04

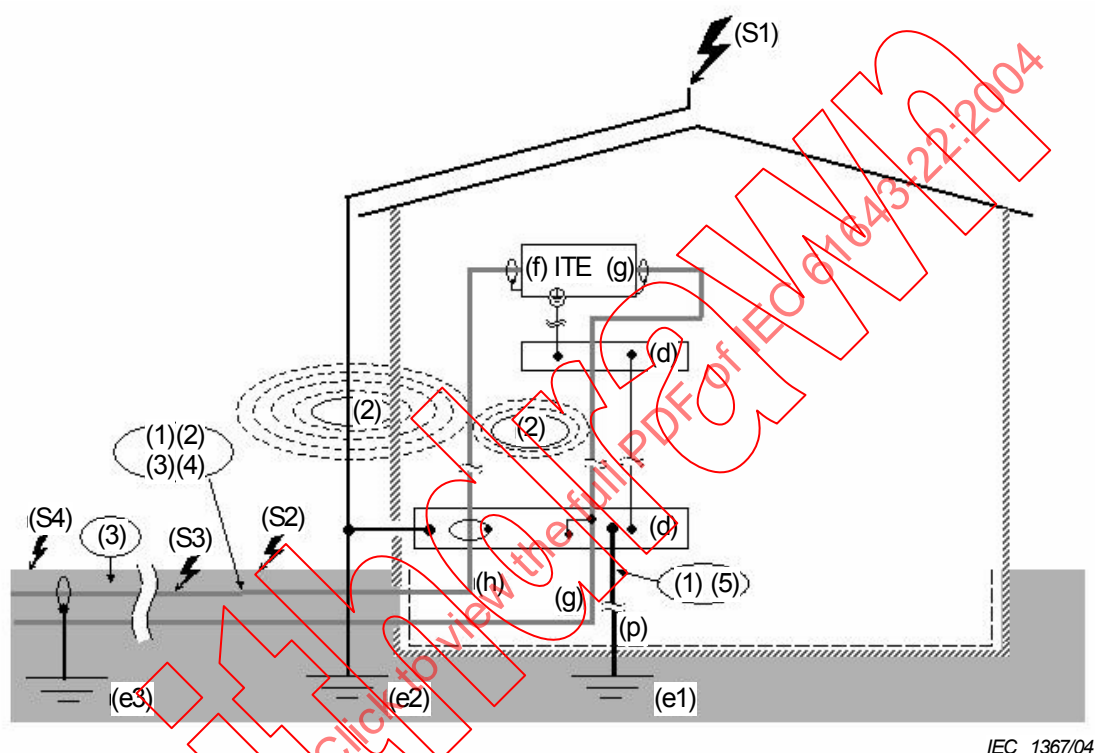
Légende

- (d) barre principale d'équipotentialité
- (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) électrode 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 2 – Mécanismes de couplage

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 protection 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.

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.



IEC 1367/04

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 electrode
- (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 2 – Coupling mechanisms

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) ^b	
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	50/60 Hz
Forme d'onde du courant (μs)	10/350	8/20	8/20	10/350 ^d , 10/250	5/300	–
Catégorie d'essai préférée ^c	D1	C2	C2	D1, D2	B2	A2
NOTE (1) – (5) voir Figure 2, mécanismes de couplage.						
^a S'applique aussi pour les couplages capacitif/inductif de coupure dans les réseaux d'alimentation voisins. ^b En raison de la diminution significative des champs avec l'augmentation de la distance, les effets de couplage d'un coup de foudre éloigné peuvent être négligeables. ^c Voir Tableau 3 de la CEI 61643-21. ^d L'impulsion d'essai de coup de foudre direct simulé est décrite par le CE 81 de la CEI avec une valeur de courant de crête et une charge totale. La forme d'onde caractéristique qui peut réaliser ces paramètres est une impulsion exponentielle double, la 10/350 étant utilisée dans cet exemple.						

7.3 Utilisation, choix et installation des parafoudres

7.3.1 Exigences d'utilisation des parafoudres

Les parafoudres doivent être conformes à la CEI 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 seront 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.

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

L'action de limitation des chocs provoque l'absorption et la réflexion de l'énergie par le parafoudre. Les spécifications des parafoudres doivent être établies par le constructeur en accord avec le Tableau 3 de la CEI 61643-21, 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 emplacements protégés (voir Figure 3) doivent être prises en compte. Il est recommandé 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 la CEI 61312-1). Le concept de zone est particulièrement approprié lorsqu'une installation physique de protection contre la foudre (IPF) 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 est recommandé 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 le matériel avals suivants (voir aussi 7.3.1.2).

Table 2 – Coupling mechanisms

Source of transients	Direct lightning to the structure (S1)		Lightning to ground near the structure (S2)	Direct lightning to the line (S3)	Lightning to ground near the line (S4) ^b	AC influence
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 ^d , 10/250	5/300	–
Preferred test category ^c	D1	C2	C2	D1, D2	B2	A2
NOTE (1) – (5) see Figure 2, coupling mechanisms.						
^a Also applies for capacitive/inductive couplings of switching in adjoining power supply networks. ^b Due to the significant reduction of fields with increased distance coupling effects from afar, lightning strike may be negligible. ^c See Table 3 of IEC 61643-21. ^d The simulated direct lightning strike test impulse is described by IEC/TC81 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

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.

7.3.1.1 Selection of SPDs for reducing lightning effects

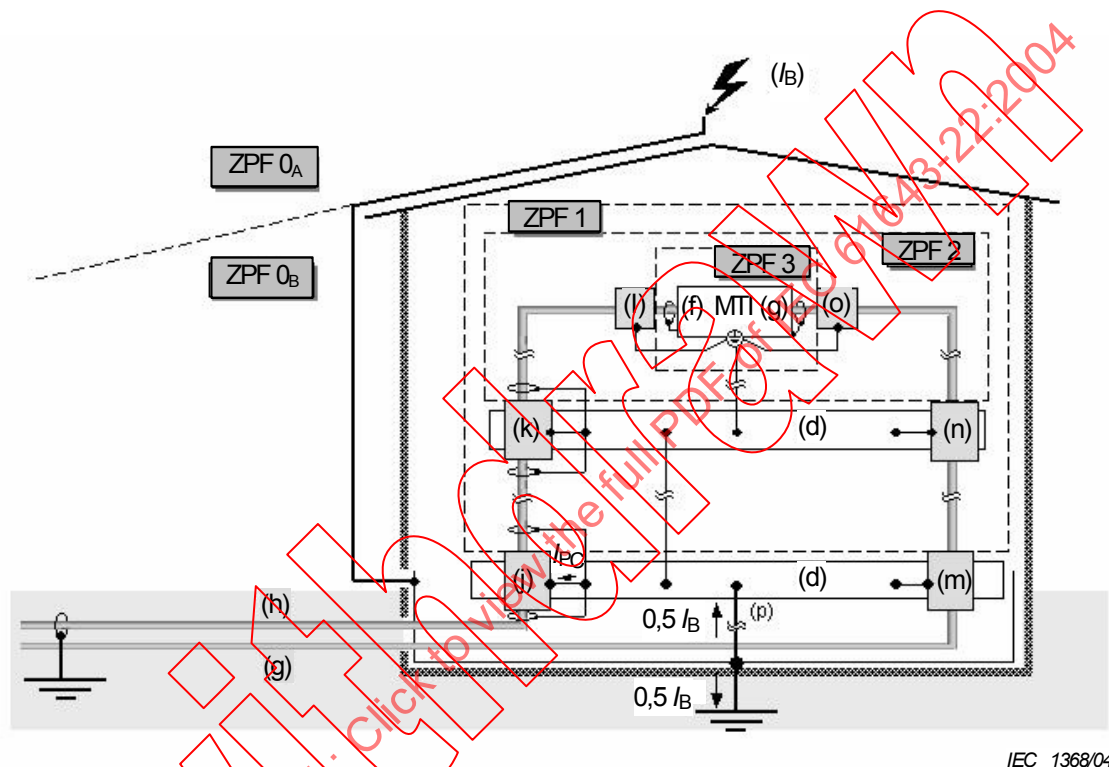
The action of limiting surges causes energy to be absorbed or reflected by the SPD. SPDs shall be specified by the manufacturer in accordance with Table 3 of IEC 61643-21, including details of peak pulse current and waveshape (for example 5kA (8/20)).

When determining protection measures, protection requirements for each of the various protection locations (see Figure 3) shall be considered. Protection devices should be applied in a cascade arrangement at the zone interfaces (for management of lightning protection zones, consult IEC 61312-1). 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 7.3.1.2).

La Figure 3 est un exemple de configuration en étoile conforme à la CEI 61312 et à l'ITU-T K.31.

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. Différents niveaux de protection peuvent être déterminés au moyen d'une combinaison de circuits de protection dans un même parafoudre. Selon la localisation des matériels, 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

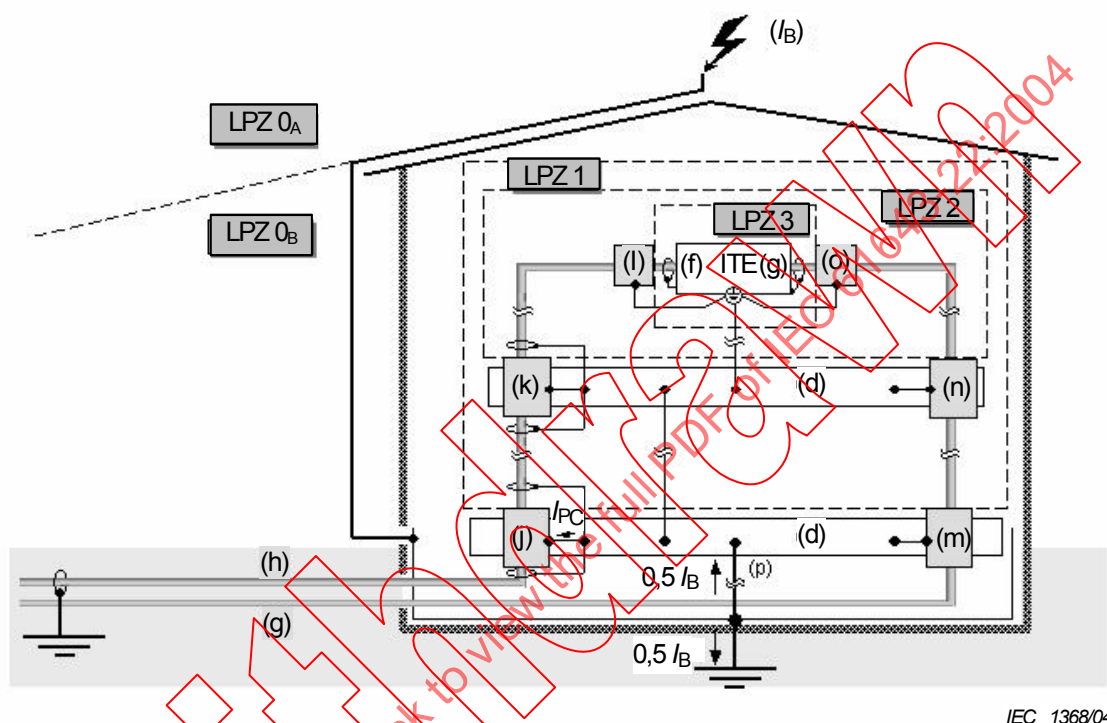
- (d) barre principale d'équipotentialité à la limite de la zone de protection contre la foudre (ZPF)
- (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
- (g) accès/ligne pour l'alimentation électrique
- (h) ligne ou réseau de technologie de l'information/ télécommunications
- I_{PC} courant de choc partiel d'un courant de foudre
- I_B courant de foudre direct selon la CEI 61312-1, qui entraîne des courants partiels de foudre I_{PC} à l'intérieur des bâtiments à travers différentes boucles de couplages
- (j, k, l) parafoudre selon le Tableau 3 (voir aussi le Tableau 3 de la CEI 61643-21)
- (m, n, o) parafoudre selon les essais de classe I, II et III de la CEI 61643-1
- (p) conducteur de mise à la terre
- ZPF 0_A...3 zone de protection contre la foudre 0_A ... 3 selon la CEI 61312-1

Figure 3 – Exemple de configuration du concept de protection contre la foudre

Figure 3 is an example of star configuration in agreement with IEC 61312 and ITU-T K.31.

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
- (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_B direct lightning current according to IEC 61312-1, 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 61643-1
- (p) earthing conductor
- LPZ 0A...3 lightning protection zone 0A ... 3 according to IEC 61312-1

Figure 3 – Example of a configuration of the lightning protection concept

7.3.1.2 Choix des parafoudres pour réduire les transitoires

Il convient de choisir les parafoudres en fonction des zones de protection en cascade de 7.3.1.1 et des niveaux de protection 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 le niveau de protection en tension U_p pour le parafoudre soit plus faible que la valeur de tension qui est à observer dans le parafoudre ou le MTI suivant (voir Figure 4).

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_B 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 sera modifiée par l'installation 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, il faut alors 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 plus 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 un courant de foudre de forme d'onde 8/20.

Les tensions dues à des coups de foudre à proximité des lignes de technologie de l'information/télécommunications mais à distance du MTI raccordé à ces lignes sont représentées par une impulsion de forme d'onde 10/700 (se référer au Tableau 9 de la CEI 61643-21).

Tableau 3 – Aide au choix pour la calibration des parafoudres pour un usage dans des interfaces (de zones) selon la CEI 61312-1 et la CEI 61000-4-5

Zone de protection contre la foudre CEI 61312-1		ZPF 0/1	ZPF 1/2	ZPF 2/3
Gamme des valeurs des chocs	10/350	0,5 – 2,5 kA	---	---
	10/250			
	1,2/50	---	0,5 – 10 kV	0,5 – 1 kV
	8/20		0,25 – 5 kA	0,25 – 0,5 kA
	10/700	4 kV	0,5 – 4 kV	---
Exigences pour les parafoudres (Catégorie venant du Tableau 3 de la CEI 61643-21)	5/300	100 A	25 – 100 A	
	Parafoudre (j)*	D1, D2 B2	---	Pas de connexion résistive à l'extérieur du bâtiment
	Parafoudre (k)*	---	C2/B2	---
	Parafoudre (l)*	---	---	C1
* Parafoudre (j, k, l), voir Figure 2.				
NOTE La gamme des valeurs de choc indiquées en ZPF 2/3 inclut les exigences de tenue aux chocs minimales usuelles et pourrait être appliquée dans l'équipement à la demande des clients.				

7.3.1.2 Selection of SPDs to reduce transients

SPDs should be selected according to the cascading of the protection zones of 7.3.1.1 and the protection levels of 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 4).

The selection with respect to lightning protection zones in Table 3 assumes that parts of the total lightning current I_B 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 lightning current flow 8/20.

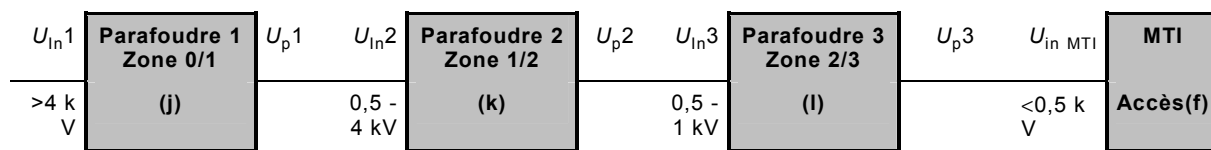
Voltages due to strokes close to information technology/telecommunication lines but remote from the ITE connected to these lines are represented with the pulse 10/700 (refer to Table 9 of IEC 61643-21).

Table 3 – Selection aid for rating SPDs for the use in (zone) interfaces according to IEC 61312-1 and IEC 61000-4-5

Lightning protection zone IEC 61312-1		LPZ 0/1	LPZ 1/2	LPZ 2/3
Range of surge values	10/350	0,5 – 2,5 kA	---	---
	10/250			
	1,2/50	---	0,5 – 10 kV	0,5 – 1 kV
	8/20		0,25 – 5 kA	0,25 – 0,5 kA
	10/700	4 kV	0,5 – 4 kV	---
5/300	100 A	25 – 100 A		
Requirements to SPDs (Category from Table 3, IEC 61643-21)	SPD (j)*	D1, D2 B2	---	No resistive connection to the outside of the building
	SPD (k)*	---	C2/B2	---
	SPD (l)*	---	---	C1

* SPD (j, k, l), see Figure 2.

NOTE The range of surge values indicated under LPZ 2/3 includes typical minimum resistibility requirements and might be implemented into the equipment by market demands.



IEC 1369/04

Figure 4 – Exemple de configuration selon les zones (Figure 2)

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 parafoudres en cascade de (j) jusqu'au parafoudre 3 (l) selon l'Article 9.

7.3.1.3 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 de l'appareil de protection et de l'impédance entre la ligne de protection et le point de raccordement à la terre. Il convient de choisir les exigences appropriées à partir des normes de familles de produit/produits standards, c'est-à-dire les recommandations de l'ITU-T K.20, K.21 et K.45 [2, 3, 4]. La protection des lignes de télécommunications contre les chocs à la fréquence du réseau d'alimentation peut être effectuée par l'utilisation de parafoudres à limitation de tension ou à coupure.

7.3.1.4 Compatibilité en limitation de tension des parafoudres quant 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 5).

Pour assurer la compatibilité système, les spécifications (voir 5.2) relatives au parafoudre doivent être obtenues du constructeur.

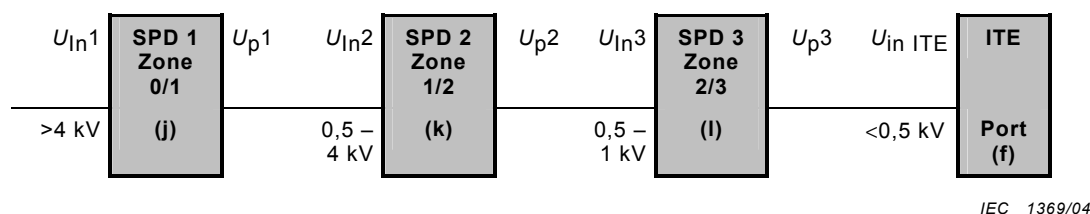


Figure 4 – Example of a configuration according to the zones (Figure 2)

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.

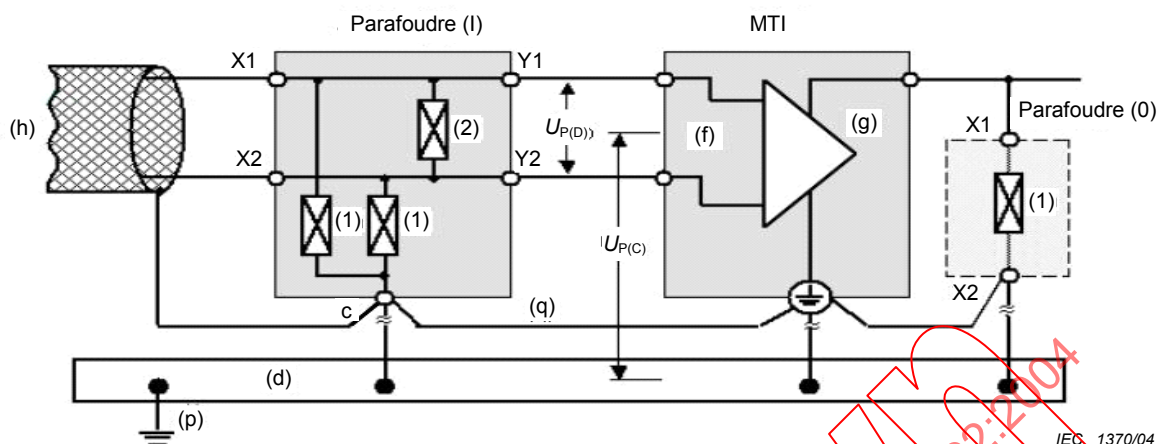
7.3.1.3 Selection of SPDs for limiting low-frequency surge voltages

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 [2, 3, 4]. The protection of telecommunication lines from power frequency surges can be achieved by the application of voltage limiting or switching SPDs.

7.3.1.4 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 5).

To achieve system compatibility, specifications (see 5.2) pertaining to the SPD shall be obtained from the manufacturer.



Légende

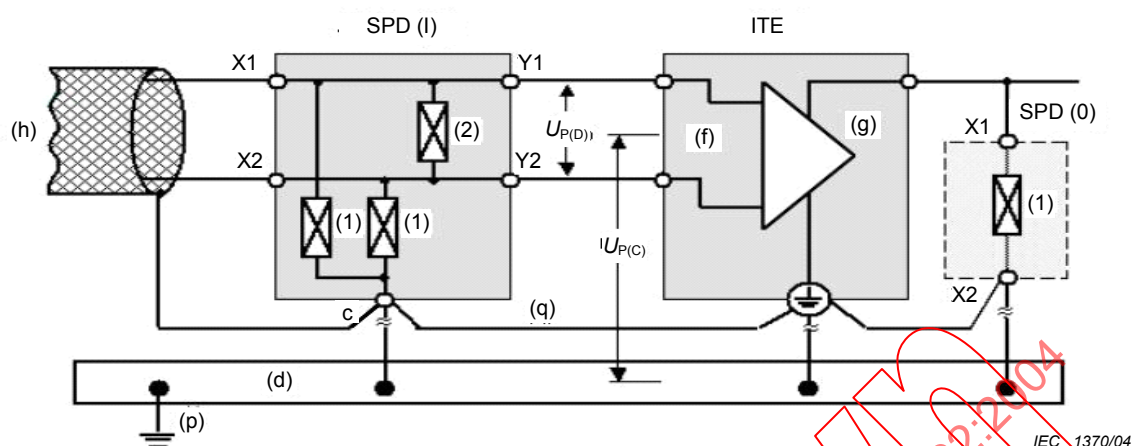
- (c) point de raccordement d'un parafoudre, auquel généralement tous les composants de limitation de tensions de choc de mode commun d'un parafoudre se réfèrent dans le parafoudre
- (d) barre principale d'équipotentialité
- (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
- (g) accès pour 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 la CEI 61643-21)
- (0) parafoudre pour lignes d'alimentation selon la CEI 61643-21
- (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 en tension
- $U_{P(D)}$ tension de mode différentiel limitée au niveau de protection en tension
- X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants à limitation (1, 2) sont, respectivement, connectés et auquel 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 selon la série CEI 61643-300 pour limiter les tensions de mode commun [[22] [23] [24] [25]]
- (2) composant de protection contre les tensions de choc selon la série CEI 61643-300 pour limiter les tensions de mode différentiel [[22] [23] [24] [25]]

Figure 5 – Exemple de mesures de protection de l'information (f) et de l'entrée de l'alimentation (g) d'un MTI 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

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 afin que la cible ne subisse pas, pendant le processus de limitation, d'accroissements de tension supplémentaires qui pourraient résulter d'un câblage incorrect (couplage, phénomène de boucle, inductance de câble), et ainsi assurent un effet de limitation en tension efficace.



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)
- (0) SPD for power lines according to IEC 61643-21(p)
- (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 61643-300 series for limiting common-mode voltages [22], [23], [24], [25]
- (2) surge voltage protection component according to the IEC 61643-300 series for limiting differential-mode voltages [22], [23], [24], [25]

Figure 5 – 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

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

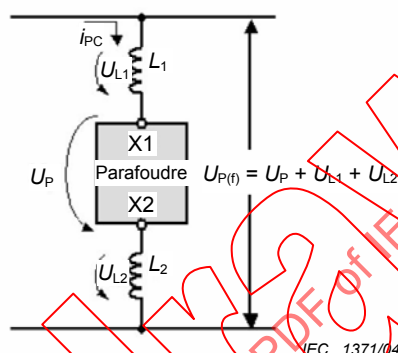
The following measures, together with a low protection level for U_p , make up the basic rules for avoiding any additional voltage rises during the limiting process due to incorrect wiring (coupling, looping, cable inductance), and thus an effective voltage-limiting effect is achieved.

Un effet de limitation en tension efficace est assuré:

- par l'installation du parafoudre aussi près que possible de l'équipement (voir 7.3.2.2);
- en évitant les longs raccords et en réduisant les courbures inutiles entre les bornes X1 et X2 du parafoudre (voir Figure 6) là où la protection est pratiquée. La disposition telle que décrite à la Figure 7 est optimale.

7.3.2.1 Parafoudre à deux bornes

Les Figures 6 et 7 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'une broche de raccordement
- U_{L1}, U_{L2} sur l'inductance attribuée «L» les tensions de mode normal induites par di/dt du courant de choc I_{PC} par rapport à la longueur totale du conducteur ou une unité de longueur
- X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants à limitation (1, 2, voir Figure 5) sont connectés en regard du côté non protégé d'un parafoudre
- I_{PC} courant de choc partiel d'un courant de foudre
- $U_{P(f)}$ tension (niveau de protection effectif) à l'entrée (f) d'un MTI résultant du niveau de protection en tension U_P et de la chute de tension le long du conducteur de raccordement entre l'appareil 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 en tension)

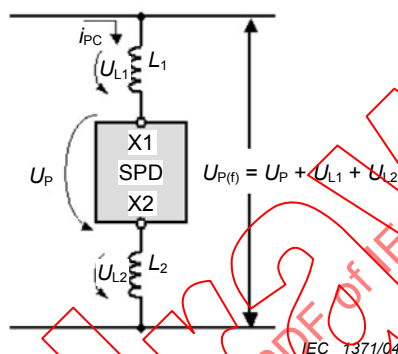
Figure 6 – Influence des tensions U_{L1} et U_{L2} sur le niveau de protection en tension U_P générées par l'induction dans les raccords

An effective voltage-limiting effect is achieved by

- installing the SPD as close as possible to the equipment (see 7.3.2.2);
- avoiding long leads and minimizing unnecessary bending between the terminals X1, X2 of the SPD (see Figure 6) and where the protection is applied. The allocation corresponding to Figure 7 is optimal.

7.3.2.1 Two-terminal SPD

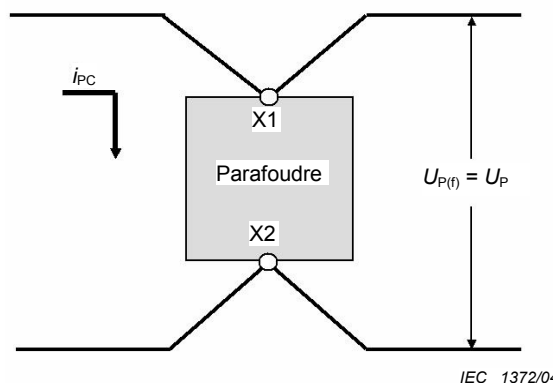
Figures 6 and 7 represent two possible ways to install a two-terminal SPD. The second installation removes secondary effects of protector lead length.



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 5) 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 6 – Influence of voltages U_{L1} and U_{L2} on protection level U_P caused by inductance of the leads



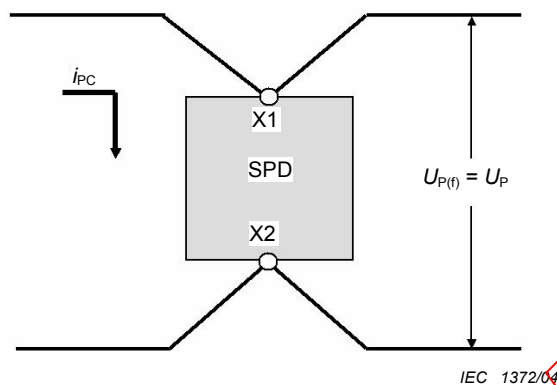
Légende

- X1, X2 bornes d'un parafoudre, entre lesquelles les composants à limitation (voir Figure 5) sont connectés en regard du 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) d'un équipement à protéger (niveau de protection effectif) résultant du niveau de protection et du conducteur de raccordement entre l'appareil de protection et l'équipement à protéger
- U_P tension à la sortie d'un parafoudre (niveau de protection en tension)

Figure 7 – Suppression des tensions U_{L1} et U_{L2} de l'unité de protection par connexion des raccords à un point commun

7.3.2.2 Parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne

Un résultat efficace de limitation en tension nécessite une observation orientée système, prenant en considération les différentes conditions pouvant exister entre l'appareil de protection et le MTI.

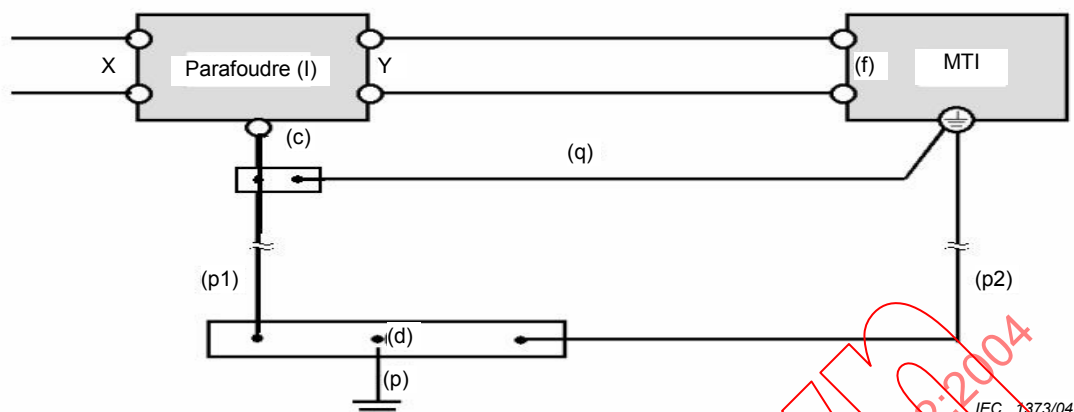
**Key**

- X1, X2 terminals of an SPD between which the limiting components (see Figure 5) 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 7 – Removal of the voltages U_{L1} and U_{L2} from the protector unit by connecting leads to a common point

7.3.2.2 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.



Légende

- (c) point de raccordement d'un parafoudre, auquel généralement tous les composants de limitation de tensions de choc de mode commun d'un parafoudre se réfèrent dans le parafoudre
- (d) barre principale d'équipotentialité
- (f) accès pour technologie de l'information/télécommunications
- (I) parafoudre selon le Tableau 3 (voir aussi le Tableau 3 de la CEI 61643-21)
- (p) conducteur de mise à la terre
- (p1, p2) conducteur de mise à la terre (aussi court que possible). Pour un MTI 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 à limitation (1, 2, voir Figure 5) sont connectés en regard du côté non protégé d'un parafoudre

Figure 8 – Conditions d'installation nécessaires pour un parafoudre à trois bornes, cinq bornes ou multiborne avec un MTI pour réduire les influences des interférences sur le niveau de protection en tension

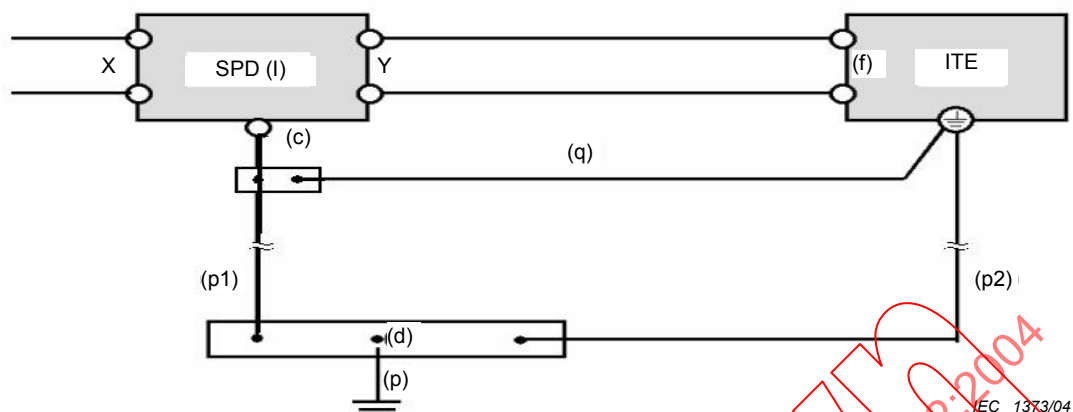
Mesures supplémentaires:

- 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 au MTI à protéger doit être aussi court que possible ou blindé.

7.3.2.3 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 du MTI peuvent être des conséquences de ces surtensions.

Afin de limiter ces effets, il convient d'installer les parafoudres comme indiqué à la Figure 5.



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 5) are allocated with respect to the unprotected port of an SPD

Figure 8 – 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.

7.3.2.3 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 5.

D'autres mesures peuvent être prises comme suit:

- liaison équipotentielle (q) entre le parafoudre et le MTI pour réduire la tension de mode commun (voir Figure 8);
- 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 la CEI 61312-2, Annexe B.

8 Parafoudres multifonctions

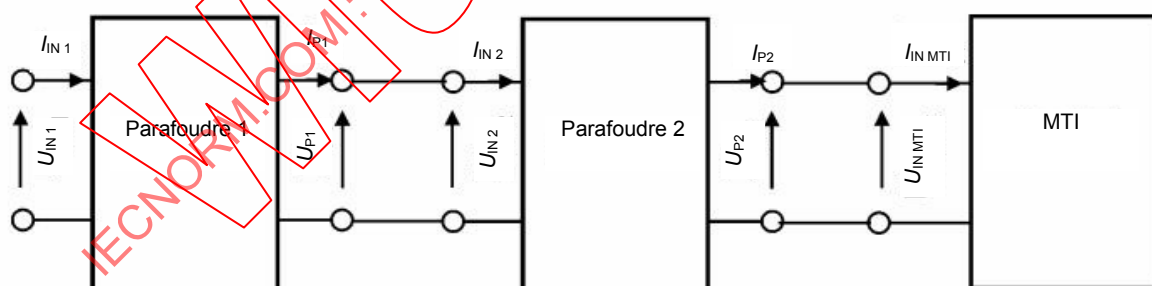
Ces appareils sont constitués d'une combinaison de circuits de protection dans une enveloppe unique pour au moins deux fonctions différentes, ce qui limite les tensions de choc dans l'équipement et fournit une liaison équipotentielle entre les différentes fonctions. Les circuits de protection contre les tensions de choc des appareils de protection combinée doivent être conformes aux exigences de la CEI 61643-1 pour le circuit d'alimentation électrique et aux exigences de la CEI 61643-21 pour les circuits de télécommunications et de transmission de signaux.

Des essais particuliers pour de tels appareils sont à l'étude.

9 Coordination des parafoudres/MTI

Afin d'assurer que deux parafoudres en cascade ou un parafoudre et un MTI à protéger sont coordonnés lors de conditions de surtensions, 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 du MTI 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 9). Si ces conditions de coordination ne sont pas réalisées, une coordination peut être réalisée à travers un élément de découplage qui pourrait être déterminé par mesure.



IEC 1374/04

Légende

- U_{IN2} ; $U_{IN MTI}$ tension en circuit ouvert du générateur utilisé pour la vérification de la tenue aux chocs
 I_{IN2} ; $I_{IN MTI}$ 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 conventionnel de non-fonctionnement

Figure 9 – Coordination de deux parafoudres

Other measures that may be taken are as follows:

- equipotential bonding (q) between SPD and ITE to reduce the common mode voltage (see Figure 8);
- 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 61312-2, Annex B.

8 Multiservice surge protective devices

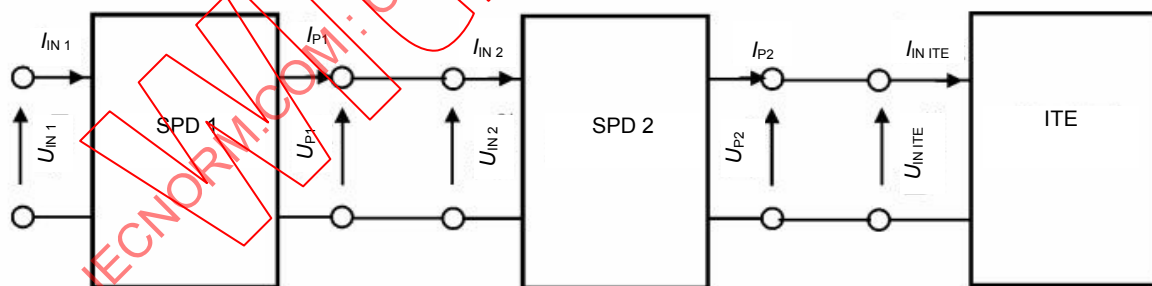
These devices consist of a combination of protection circuits in a single enclosure for at least two different services, which limits the surge voltages to the equipment and provides equipotential bonding between the different services. The surge voltage protection circuits of combined protective devices shall comply with the requirements of IEC 61643-1 for the power supply circuit, and with IEC 61643-21 for the telecommunications/signalling circuits.

Specific tests for such devices are under consideration.

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 9). 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.



IEC 1374/04

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 protection level
I_P	let-through current

Figure 9 – Coordination of two SPDs

Dès lors qu'un parafoudre comprend au moins un dispositif à limitation de tension non linéaire, la tension de protection de sortie en circuit ouvert sera une version déformée de la surtension (en circuit ouvert) appliquée par le générateur d'essai. Cela conduit à l'impossibilité d'établir 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 le MTI, les exigences/informations/rapports d'essais des constructeurs de MTI seront exigés.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61643-22:2004

Without 2M

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 impossible. 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.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61643-22:2004

Withdr2W

Annexe A (informative)

Dispositifs limiteurs de tension

A.1 Dispositifs à blocage de tension

Ces composants de parafoudres à 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.

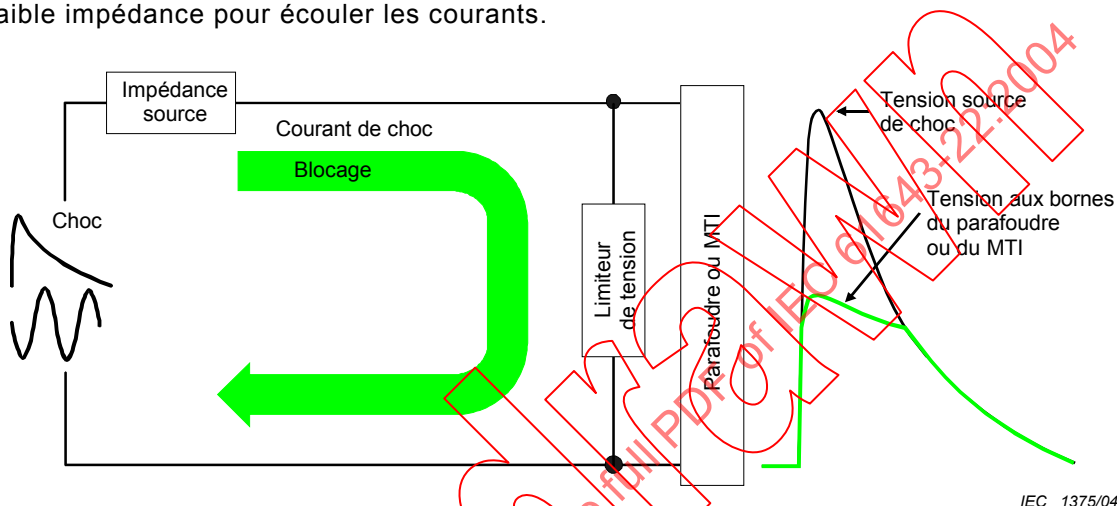


Figure A.1 – Circuit pour dispositifs à blocage de tension

A.1.1 Varistances à oxyde métallique (MOV)

Une MOV est une résistance non linéaire constituée d'oxydes métalliques. Sur la majeure partie de la gamme de limitation de tension, la tension aux bornes de la MOV croît de façon non linéaire avec le courant. Aux niveaux de courant les plus élevés, 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 $\pm 10\%$. 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 rapidement les tensions transitoires. Elle a aussi une capacité calorifique élevée et peut absorber complètement de grandes quantités d'énergie. L'exposition à plusieurs chocs de courants assignés ou à quelques courants dépassant la caractéristique du dispositif dégradera la MOV. Cette dégradation apparaît par une diminution de U_c et doit être prise en considération dans l'utilisation de ces dispositifs.

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

Annex A (informative)

Voltage-limiting devices

A.1 Voltage-clamping devices

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

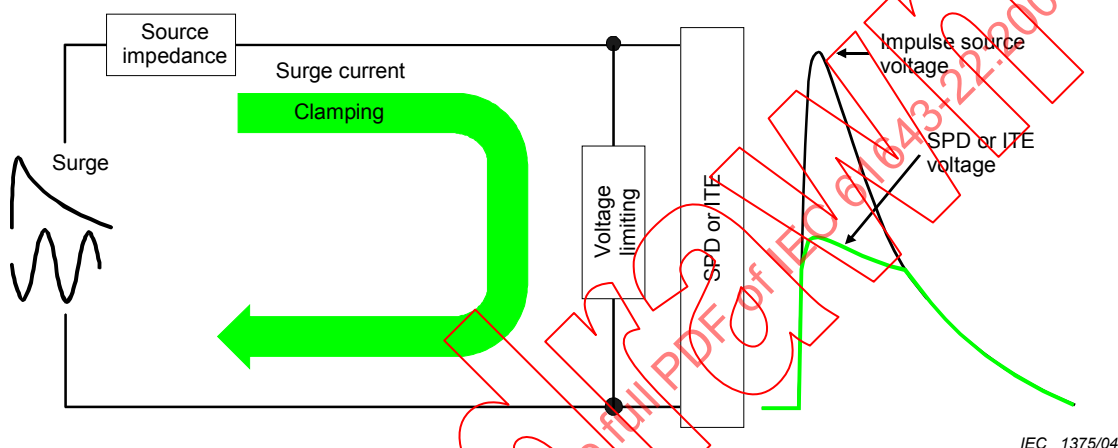


Figure A.1 – Circuit for voltage-clamping devices

A.1.1 Metal oxide varistor (MOV)

A 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 rapidly transient voltages. It also has a high thermal capacity and can absorb quite high amounts of energy. Exposure to many rated current impulses or to a few exceeding the device rating will degrade the MOV. This degradation is displayed as decreasing U_c and shall be taken into account in the application of these devices.

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

A.1.2 Semiconducteurs au silicium

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

Généralement, ces composants de parafoudres 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 requise et peuvent fournir des valeurs de limitation de tension de 1 V et au-dessus.

A.1.2.1 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 gamme de limitation de tension, le courant de diode croît rapidement avec l'augmentation de la tension appliquée. Sous des conditions de courant élevé, la tension directe V_f peut croître jusqu'à 10 V ou davantage.

Sous des conditions de tension appliquée croissant rapidement, la diode peut montrer un certain dépassement de la tension. Ce dépassement (tension de rétablissement en sens direct, V_{frm}) peut être supérieur à la tension en sens direct 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 dispositifs raccordés en série pour une tension de fonctionnement plus élevée disposeront aussi d'une capacité réduite de manière significative en raison du raccordement en série.

A.1.2.2 Diodes à avalanche (ABD)

Les ABD sont des jonctions PN polarisées en sens inverse avec des tensions de seuil ou de claquage de valeurs débutant à environ 7 V et au-dessus. Sur la majeure partie de sa gamme 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, la rendant adaptée pour limiter les tensions transitoires croissant rapidement. La capacité d'une 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 dispositif bidirectionnel, une seconde ABD est connectée à l'envers et en série avec la première. Pour chaque polarité, le dispositif agit comme une ABD à avalanche en série avec une diode polarisée en sens direct. Ces deux dispositifs peuvent être intégrés dans une structure unique NPN ou PNP en forme de puce.

A.1.2.3 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 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.1.2.4 Diode de claquage

Les diodes de claquage 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 claquage a été introduite comme élément de remplacement de faible tension et de faible capacité des diodes Zener.

A.1.2 Silicon semiconductors

These SPD components are formed from single or multiple PN junctions.

Generally, these SPD 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.1.2.1 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 devices connected in series for higher operating voltage will also have significantly reduced capacitance because of the series connection.

A.1.2.2 Avalanche breakdown device (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 device, a second, reverse-poled ABD is connected in series with the first. In either polarity, the device acts as an avalanche ABD in series with a forward biased diode. These two devices can be integrated into a single NPN or PNP structure in chip form.

A.1.2.3 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.1.2.4 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.1.2.5 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 rejointe, la tension aux bornes chute rapidement avec l'augmentation du courant, jusqu'à environ 60 % de la tension de claquage. Des courants plus élevés entraîneront un accroissement de la tension du dispositif. Comparée à une ABD de tension de claquage identique, la diode foldback a une tension de limitation plus faible.

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

A.2 Dispositifs à coupure de tension

Ces composants de parafoudres à 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.

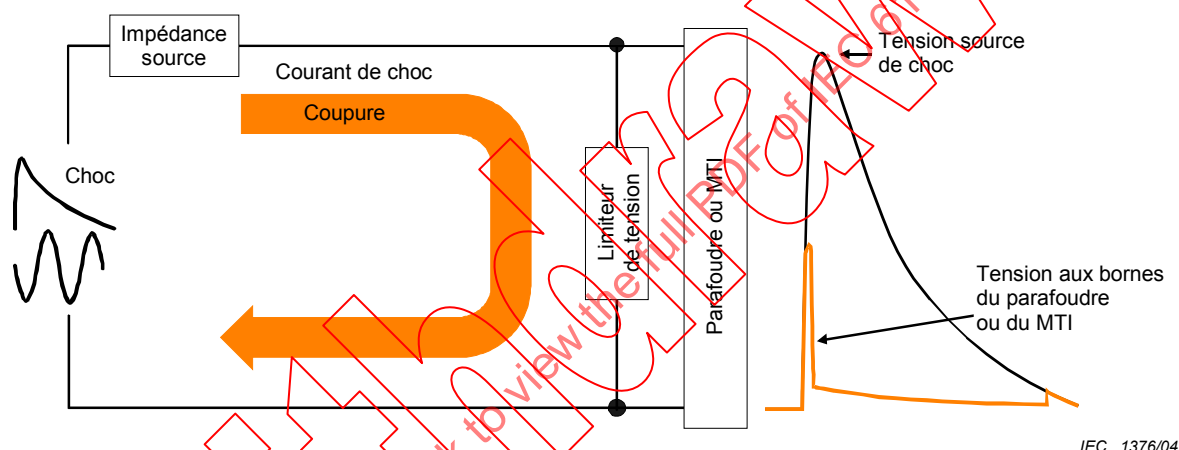


Figure A.2 – Circuit pour dispositifs à coupure de tension

A.2.1 Tube à décharge dans un gaz (TDG)

Les tubes à décharge dans un 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, 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 dispositif chutant à une valeur habituellement inférieure à 30 V. La tension à laquelle ce processus se produit est définie comme la tension de décharge (amorçage) du dispositif.

Si la tension appliquée (par exemple transitoire) croît rapidement, la durée du processus de ionisation/formation de l'arc peut permettre à la tension transitoire de dépasser la valeur requise pour l'amorçage de 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 fabrication robuste, les tubes à gaz ont une meilleure capacité à transporter le courant que les autres composants de parafoudres. 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.

A.1.2.5 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 device 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 devices, the amount of foldback is very small.

A.2 Voltage-switching devices

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

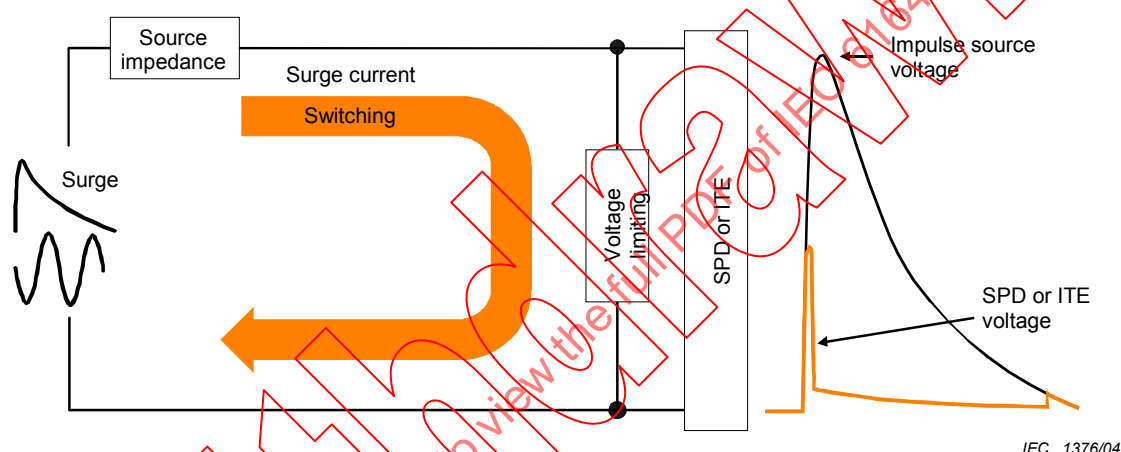


Figure A.2 – Circuit for voltage-switching devices

A.2.1 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 mixtures 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 device 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 device.

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 SPD components in current-carrying capability. Many types of gas tubes can easily carry surge currents as high as 10 kA peak, 8/20 surges.

La construction des tubes à décharge dans un 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.

Lorsqu'un TDG (tube à décharge dans un gaz) fonctionne, il peut 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 est dépendante 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.2.2 Eclateurs à air

Ces composants de parafoudres sont similaires, dans leur fonctionnement, aux tubes à décharge dans un 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 dispositifs. 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 est habituellement de 350 V. Cette valeur est à comparer avec la valeur d'environ 70 V pour les tubes à décharge dans un 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 dans un gaz. Des millions de ces dispositifs sont en usage aujourd'hui et ils sont encore produits en grande quantité.

A.2.3 Parafoudres à thyristor – Types à tension fixe (auto-déclenchant)

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.1.2.2, A.1.2.3 et A.1.2.5). 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, il faut que le courant fourni par le système protégé soit inférieur au courant de maintien du parafoudre à thyristor, habituellement plusieurs centaines de milliampères. 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'exerceront 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. Le type unidirectionnel procure 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 est dépendante de la polarisation en courant continu et de l'amplitude du signal. La tension de claquage est dépendante de l'augmentation du courant. Une tension à la fréquence d'alimentation est utilisée pour déterminer la tension de retournement en régime lent. Sous des conditions de taux de croissance rapide, la tension de retournement de choc peut être 10 % à 20 % plus élevée.

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.2.2 Air gaps

These SPD 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 devices. 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 devices are in use today and are still being produced in some quantity.

A.2.3 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.1.2.2, A.1.2.3 and A.1.2.5). 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, usually by several hundred milliamperes. All the TSS parameters are temperature sensitive and 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; values 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.

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

A.2.4 Parafoudre à thyristor – Types déclenchés

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 équipements 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 dispositifs bidirectionnels et des dispositifs unidirectionnels.

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.2.4 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 devices are available.

IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61643-22:2004

Annexe B (informative)

Dispositifs limiteurs de courant

B.1 Dispositifs à interruption de courant

Ces dispositifs sont des éléments placés en série, qui conduisent normalement le courant du circuit. Une condition de surintensité conduit ces dispositifs à ouvrir le circuit, interrompant ainsi la circulation du courant. Ces dispositifs ne sont, normalement, pas réamorçables.

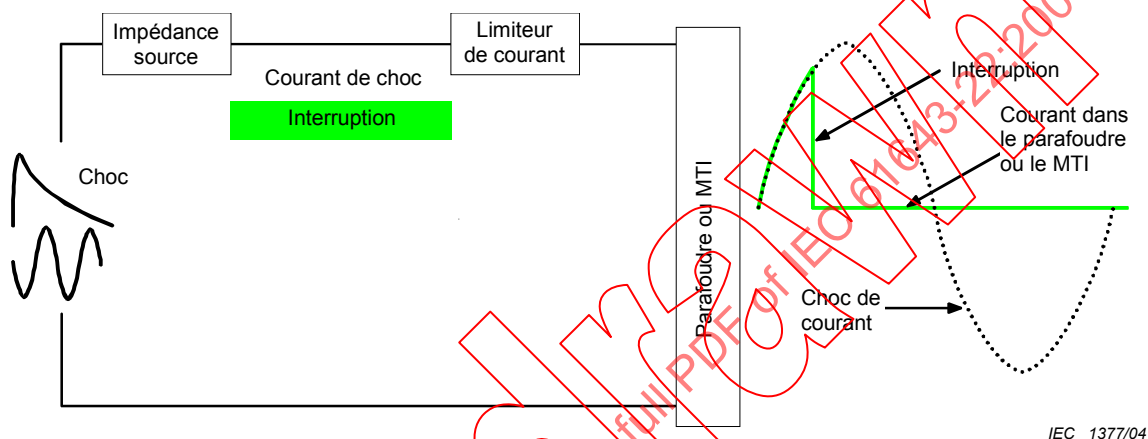


Figure B.1 – Circuit pour dispositifs à interruption

B.1.1 Résistance fusible

Ces dispositifs 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.

B.1.1.1 Résistance à couche épaisse

Ces dispositifs sont constitués de pistes résistives de dépôt sur un substrat céramique. La retouche au laser est utilisée pour ajuster précisément 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.

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

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

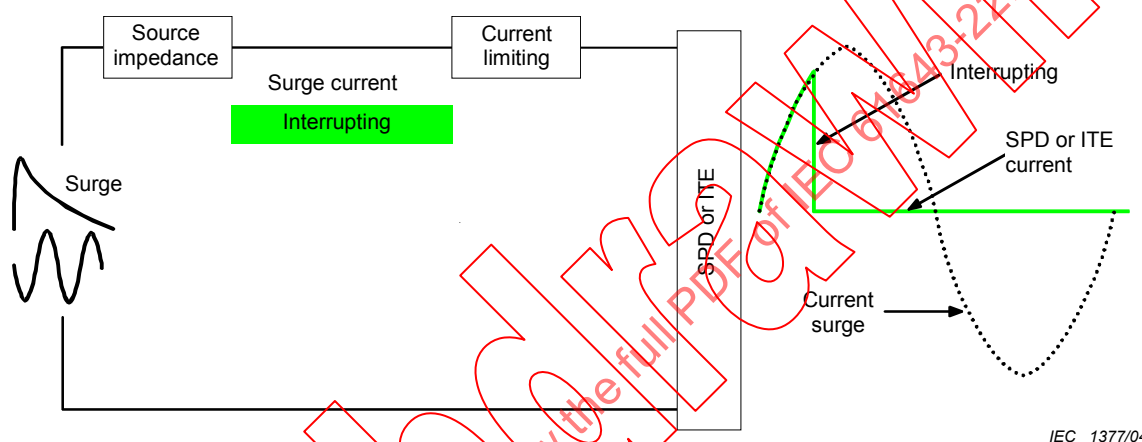
Dans certains cas, un élément fusible thermique en alliage à brasure est ajouté en série pour réduire la caractéristique d'intensité de fusion de longue durée.

Annex B (informative)

Current-limiting devices

B.1 Current-interrupting devices

These devices are series elements which normally conduct the circuit current. An overcurrent condition causes the devices to open the circuit, interrupting the current flow. These devices are normally not resettable.



IEC 1377/04

Figure B.1 – Circuit for interrupting devices

B.1.1 Fusible resistor

These devices 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.

B.1.1.1 Thick film resistors

These devices 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 devices 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 cracks or 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 current characteristic.

B.1.1.2 Résistance fusible bobinée

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

B.1.2 Fusibles

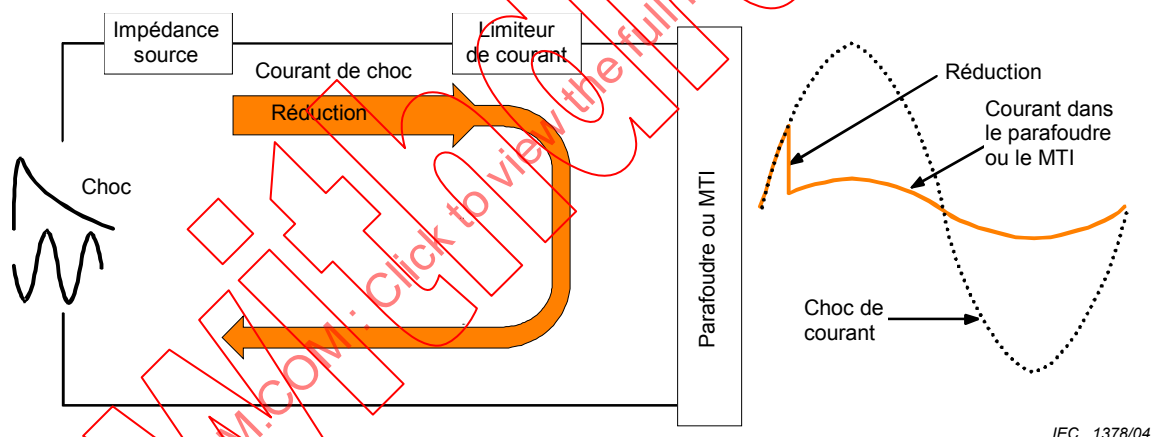
Les fusibles sont des éléments de coupure automatique pour la protection des circuits électriques contre les surintensités. La circulation du courant est interrompue par la fusion du fil fusible dans lequel le courant circule. La fusion du fil fusible peut résulter dans les tensions transitoire.

B.1.3 Fusible thermique

Ces dispositifs 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 réarmable ou réarmable.

B.2 Dispositifs à réduction de courant

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



IEC 1378/04

Figure B.2 – Circuit pour les dispositifs à réduction de courant

Les thermistances à coefficient de température positif, CTP, sont communément utilisées en tant que dispositifs à réduction de courant. Une CTP est un élément résistif, qui subit une augmentation de sa résistance de plusieurs ordres de grandeur si sa température 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 CTP sont normalement utilisées en mode de chauffage direct (interne); la circulation du courant de circuit à travers la CTP provoque l'échauffement du dispositif et l'accroissement de sa température. L'échauffement dû aux courants de chocs est généralement trop faible pour provoquer le déclenchement de la CTP. Des valeurs plus élevées de courant induiront des durées plus courtes pour obtenir le déclenchement (temps de réponse de la CTP). Une fois déclenchée, la résistance élevée de la CTP réduit le courant à une faible valeur. Si la source à la fréquence d'alimentation délivre une tension suffisante, la CTP conservera une condition déclenchée à faible courant et tension élevée. Si la tension de perturbation disparaît, la CTP se refroidit et retourne à une valeur de résistance faible. Les CTP sont calibrées pour un courant d'appel (non déclenché) et une tension (déclenchée) maximaux, au-delà desquels la CTP peut être endommagée.

B.1.1.2 Wire-wound fusible resistors

These devices are wire-wound resistor, often non-inductively wound, which incorporate a fuse or a solderable spring or link.

B.1.2 Fuses

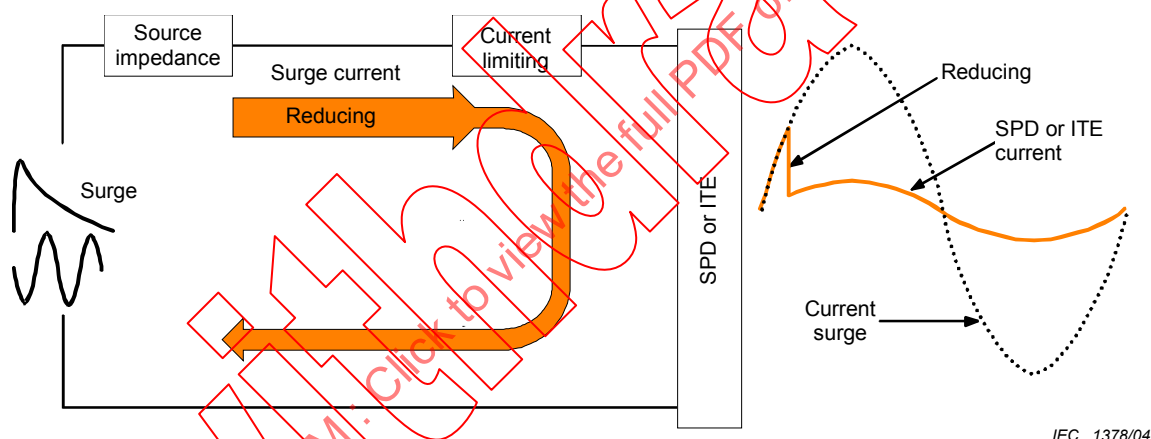
Fuses are self-acting break elements for protection of electrical circuits against overcurrent. The current flow is interrupted by the melting of the fuse wire in which the current flows. The melting of fuses may result in transient voltages.

B.1.3 Thermal fuses

These devices 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 Current-reducing devices

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



IEC 1378/04

Figure B.2 – Circuit for current-reducing devices

Positive temperature coefficient thermistors (PTCs), are commonly used as current-reducing devices. A PTC is a resistive element which undergoes a resistance increase of many orders of magnitude if 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 (tripped) voltage, beyond which the PTC may be damaged.

B.2.1 CTP polymère (résistance à coefficient de température positif)

Ces CTP sont habituellement constituées d'un polymère mélangé avec un matériau conducteur, normalement du graphite. On les trouve habituellement avec des valeurs de résistance de $0,01 \Omega$ à $10,0 \Omega$. 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 de la CTP après déclenchement modifiera la valeur d'équilibrage de la ligne système. Il convient que de telles modifications soient évaluées en regard de l'exigence minimale d'équilibrage.

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

B.2.2 CTP à céramique

Ces CTP sont habituellement constituées de matériaux semiconducteurs ferroélectriques, avec généralement des valeurs de résistance de 10Ω à 50Ω . Dans la majeure partie de la gamme 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.

Sous 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.2.3 Limiteurs de courant électroniques

Ces dispositifs 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. Sur plusieurs aspects, ces limiteurs ont une action similaire aux thermostances CTP mais, en tant que circuits électroniques, ils présentent plusieurs différences de performances:

- aucune alimentation n'est nécessaire pour le maintenir dans une condition de résistance élevée et le MTI protégé est effectivement déconnecté;
- directement activé par une surintensité plus que par un échauffement, le temps de réponse est de l'ordre de quelques microsecondes et la réduction de courant intervient dans les conditions de chocs à la fois d'impulsion et de courant alternatif;
- les caractéristiques du composant ne sont pas affectées par les chocs multiples;
- la durée de réponse courte assure la coordination automatique des parafoudres en cascade et du parafoudre au MTI sous les conditions de chocs d'impulsion et de courant alternatif. De plus, on empêche la propagation des augmentations sous forme de chocs du potentiel de terre.

Les paramètres clés du composant comprennent: la résistance en conditions normales, le courant de seuil, la durée de réponse et la tension admissible maximale en condition de résistance élevée.

B.2.1 Polymer PTC (positive temperature coefficient resistor)

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 Ω to 10,0 Ω . 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. Deviation of PTC resistance changes after tripping will change the value of the system line balance. Such changes should be evaluated against the minimum balance requirement.

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

B.2.2 Ceramic PTC

These PTCs are typically made from ferroelectric semiconductor materials and are generally available in resistance values from 10 Ω to 50 Ω . 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.2.3 Electronic current limiters

These series-connected electronic devices have a low resistance for current levels up to a threshold current after which it transits to a high resistance state. In some respects these limiters have an action similar to PTC thermistors but, being an electronic circuit, they have several performance differences:

- no power is required to maintain it in the high resistance condition and the protected ITE is effectively disconnected;
- directly activated by overcurrent, rather than temperature rise, the response time is in the order of microseconds and current reduction occurs both under impulse and a.c. surge conditions;
- the component characteristics are not affected by multiple surges;
- the fast response time ensures automatic coordination of cascaded SPDs and SPD to ITE under impulse and a.c. surge conditions. Furthermore, ground potential rise surges are blocked from propagating.

Key component parameters include resistance at normal conditions, threshold current, response time and maximum withstand voltage in a high resistance condition.

B.3 Dispositifs à écoulement de courant

L'écoulement a pour effet de court-circuiter la charge. Son fonctionnement intervient à la suite de l'échauffement du dispositif ou d'un capteur de courant de charge.

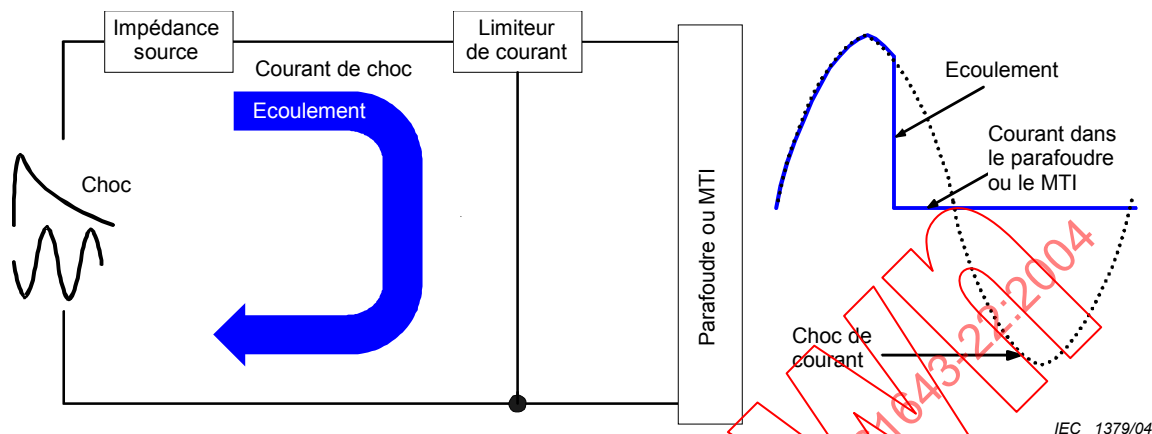


Figure B.3 – Circuit pour les dispositifs à écoulement de courant

B.3.1 Bobine thermique

Les bobines thermiques sont des dispositifs mécaniques activés thermiquement et connectés en série avec la ligne à protéger. Leur fonction dans cette application est d'écouler le courant à la terre, empêchant ainsi ce courant de circuler à travers l'équipement protégé. 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 $4,0 \, \Omega$ mais on trouve aussi des valeurs de $21 \, \Omega$ et $0,4 \, \Omega$. 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 dispositifs à fonctionnement unique. Il n'existe pas de moyens de restaurer le fonctionnement de la ligne autre que le remplacement du parafoudre contenant la bobine thermique. Des bobines thermiques ont été toutefois conçues pour être manuellement réamorçables, ne requérant 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.

B.3.2 Thyristor à déclenchement, fonctionnant sur courant

Un parafoudre à thyristor fonctionnant sur courant utilise le raccordement de la gâchette aux régions centrales P ou N de la structure NPNP. 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 si le courant de circuit dépasse la valeur d'amorçage du courant de gâchette. La différence de potentiel à travers la gâchette et la borne de protection adjacente est d'environ $0,6 \, \text{V}$ à la valeur de courant d'amorçage.

B.3 Current-diverting devices

Diversion effectively places a short across the load. Operation occurs due to temperature rise of the device or load-current sensing.

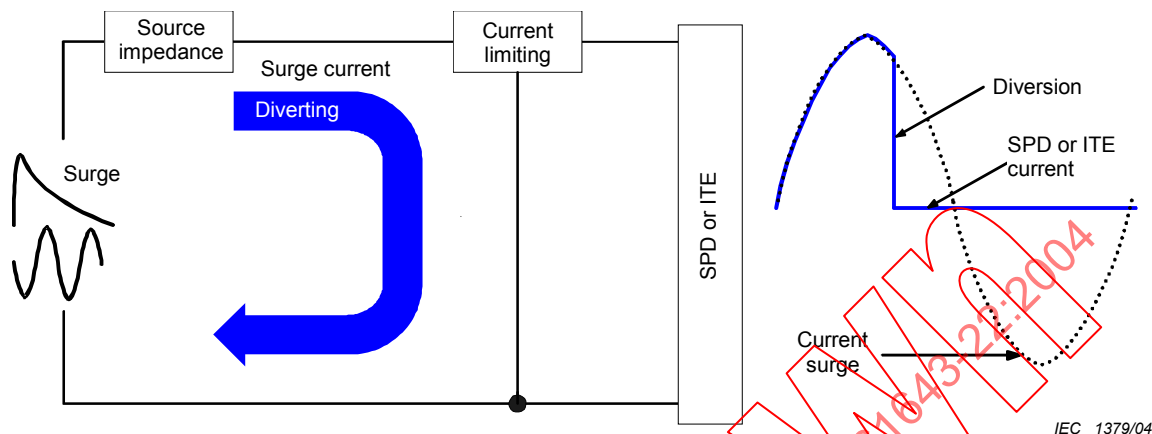


Figure B.3 – Circuit for current-diverting devices

B.3.1 Heat coils

Heat coils are thermally activated mechanical devices placed in series with the line being protected. Their function in this application is to divert current to earth, thereby preventing this current from flowing through the protected equipment. 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 generally $4,0\ \Omega$, with $21\ \Omega$ and $0,4\ \Omega$ also used. 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 devices. There is no means to restore the line to its operating state other than the replacement of the SPD containing the heat coil. Heat coils have been designed to be 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.

B.3.2 Gated thyristor, current operated

A current operated TSS has a gate connection made to the central P or N regions of the NPNP structure. 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. The potential difference across the gate and adjacent protection terminal is about 0,6 V at the trigger current value.

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 $1\ \Omega$ à $10\ \Omega$) connectée à travers la gâchette et la borne d'alimentation appropriée.

Les composants d'un parafoudre à thyristor fonctionnant sur courant peuvent être fabriqués pour commuter sur une seule polarité ou sur les deux polarités de courant à la fois. Les types de parafoudres à thyristor P peuvent uniquement être commutés avec un courant de gâchette positif tandis que les types de parafoudres à thyristor N le sont uniquement avec un courant de gâchette négatif. Les types de parafoudres à thyristor de type combiné P et N commuteront sur les deux polarités de courant de gâchette.

Le parafoudre à thyristor fonctionnant sur courant est utilisé s'il est souhaitable d'avoir un écoulement rapide de courant. Une fois que le niveau d'amorçage du courant est dépassé, la division du courant se produit en quelques microsecondes. La protection contre les surintensités est fournie pour les chocs de type foudre aussi bien que pour les surintensités en courant alternatif. Cette division rapide du courant assurera la coordination de protection automatique avec la charge en aval. Ces types de parafoudres à thyristor fonctionnant sur courant peuvent aussi avoir une fonction tension fixe de parafoudre à thyristor, fournissant ainsi une protection combinée contre les surtensions et les surintensités.

B.3.3 Interrupteur thermique

Ces interrupteurs sont des dispositifs mécaniques activés thermiquement et montés sur le dispositif à limitation de tension (normalement un TDC). Ce sont habituellement des dispositifs 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.

- 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 métalliques du dispositif de limitation de tension. Lorsque le plastique fond, le ressort entre en contact avec tous les conducteurs à la fois et commute le dispositif de limitation 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 dispositif de limitation de tension.
- Un interrupteur de déconnexion utilise habituellement un ensemble ressort qui est maintenu en position ouverte par une connexion soudée et qui commutera le dispositif de limitation de tension si la température de commutation est atteinte. Lorsque la soudure fond, l'interrupteur est relâché et commute le limiteur de tension.

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

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 $1\ \Omega$ to $10\ \Omega$) connected across the gate and appropriate main terminal.

Current-operated TSS components can be made which switch on a single polarity or both polarities of current. P-gate TSS types can only be switched with positive gate current and N-gate TSS types can only be switched with negative gate current. TSS types with a combined P-gate and N-gate will switch with both polarities of gate current.

The current-operated TSS is used where it is desirable to have fast-acting current diversion. Once the current trigger level is exceeded, current division takes place within a few microseconds. Overcurrent protection is given for lightning type impulses as well as a.c. overcurrents. This fast-acting current division will usually give automatic protection coordination with the following load. These current-operated TSS types may also have a fixed voltage TSS function, giving combined overvoltage and overcurrent protection.

B.3.3 Thermal switch

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

- A plastic-melting based switch consists of a spring with a plastic insulator that separates the spring contact from the metallic conductors of the voltage-limiting device. When the plastic melts, the spring contacts both conductors and shorts out the voltage-limiting device.
- 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 device.
- 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 device when its switching temperature is reached. When the solder melts, the switch is released and shorts out the voltage limiter.

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

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 relative au lieu considéré:

- densité de foudroiement;
- la 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 déterminera si des mesures de protection, par exemple des parafoudres, sont nécessaires ou non.

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

C.1.2 Analyse du risque

Le but d'une analyse du risque est de réduire le risque attendu de dommages (R_p) dus à la foudre à une valeur qui est égale ou inférieure au risque supportable de dommages (R_a).

Cependant, si $R_p > R_a$, 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 signaux (par exemple claquage de l'isolant) et à l'équipement raccordé:

- R_{pi} est le risque d'influence d'un coup de foudre indirect sur les lignes de télécommunications et de signaux; il dépend de la densité de foudroiement, de la longueur de la ligne, du matériau isolant, de la résistivité du sol et de l'efficacité du blindage.
- R_{ps} est le risque de coups de foudre directs sur la structure dans laquelle les lignes de télécommunications et de signaux aboutissent ou transitent; il dépend du nombre annuel moyen attendu de coups de foudre directs sur la structure, de la valeur crête du courant de foudre direct et de sa probabilité d'apparition.
- R_{pd} et R_{pa} sont les risques de coups de foudre directs sur les câbles enterrés ou aériens; ils dépendent de la densité de foudroiement, des conditions d'installation, du facteur environnement, de la longueur de la ligne, de la résistivité du sol et de l'efficacité du blindage du câble.

Le risque attendu de dommages R_a est la somme des fréquences de dommages estimés attendus par an et de la durée d'indisponibilité attendue en heures pour l'utilisateur.

$$R_p = R_{pi} + R_{ps} + R_{pd} + R_{pa}$$

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.

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 bibliography.

C.1.2 Risk analysis

The purpose of a risk analysis is to reduce the expected risk of damage (R_p) due to lightning to a value which is equal to or lower than the tolerable risk of damage (R_a).

However, if $R_p > R_a$, 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_{pi} is the risk of indirect lightning influence on telecommunication or signal lines; depending on lightning flash density, length of the line, insulation material, earth resistivity and shielding effectiveness.
- R_{ps} is the risk of direct lightning strokes to the structure in which the telecommunication or signal lines are terminated or pass through; depending on the expected average annual number of direct lightning strokes to the structure, the peak value of the direct lightning current and its probability of occurrence.
- R_{pd} and R_{pa} are the risks of direct lightning strokes to buried or aerial cables depending on the ground flash density, installation conditions, environmental factor, length of the line, earth resistivity and shielding effectiveness of the cable.

The expected risk of damage R_a is the sum of the estimated expected frequencies of damages per year and the expected downtime of service in hours for the user:

$$R_p = R_{pi} + R_{ps} + R_{pd} + R_{pa}$$

C.1.3 Evaluation du risque

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

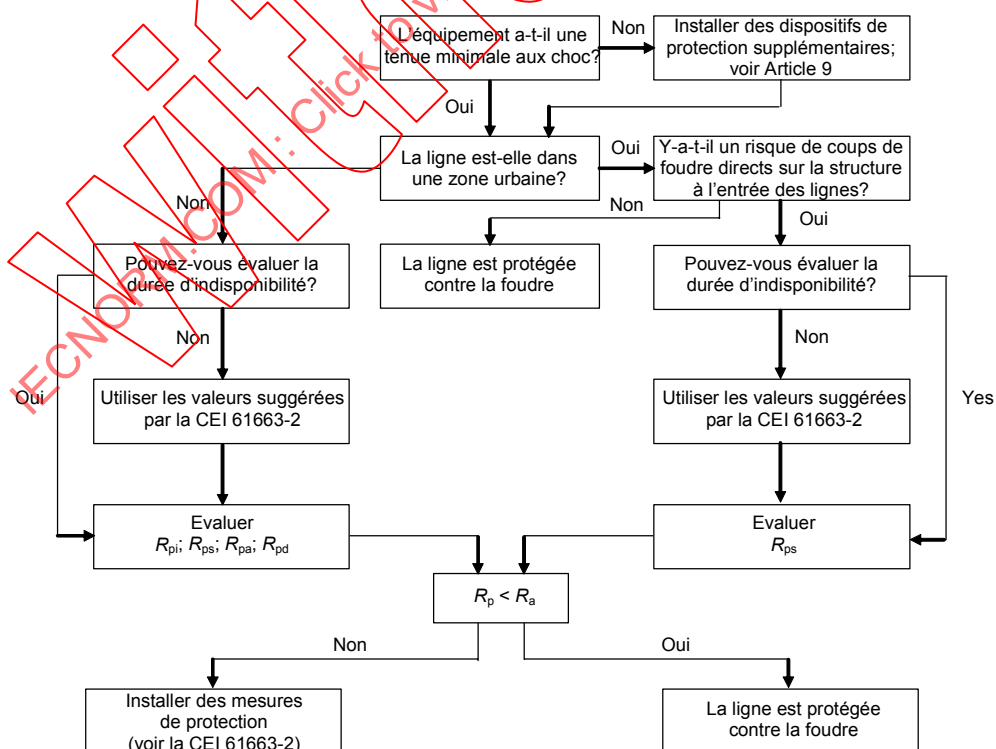
C.1.3.1 Critères de risque

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

- La tenue minimale aux chocs du câble 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 connecté aux extrémités de ou installés le long des lignes de télécommunications ou de signaux est prévu pour résister aux surtensions de choc de mode commun minimales suivantes:
 - 1 kV 10/700 μ s, comme demandé par l'ITU-T Rec. K.20 pour l'équipement en sortie du centre de télécommunications;
 - 1,5 kV 10/700 μ s, comme demandé par l'ITU-T Rec. K.21 et K.45 pour l'équipement en entrée des bâtiments abonnés ou le long de la ligne.
- Dans tous les autres cas (réseaux de transmission de signaux), la norme de produit ou la norme CEM générique applicable doit être utilisée.

C.1.3.2 Procédure d'évaluation

La méthode à suivre en vue d'évaluer le besoin de protection est indiquée à la Figure C.1.



IEC 1380/04

Figure C.1 – Méthode d'évaluation du risque

C.1.3 Risk evaluation

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.1.3.1 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 μ s, as required by ITU-T Rec. K.20 for equipment at the telecommunication centre end;
 - 1,5 kV 10/700 μ s, as required by ITU-T Rec. K.21 and K.45 equipment at the subscriber's building end or along the line.
- In all other cases (signalling networks), the applicable product or generic EMC standard shall be used.

C.1.3.2 Evaluating procedure

The procedure to be followed in order to evaluate the need for protection is shown in Figure C.1.

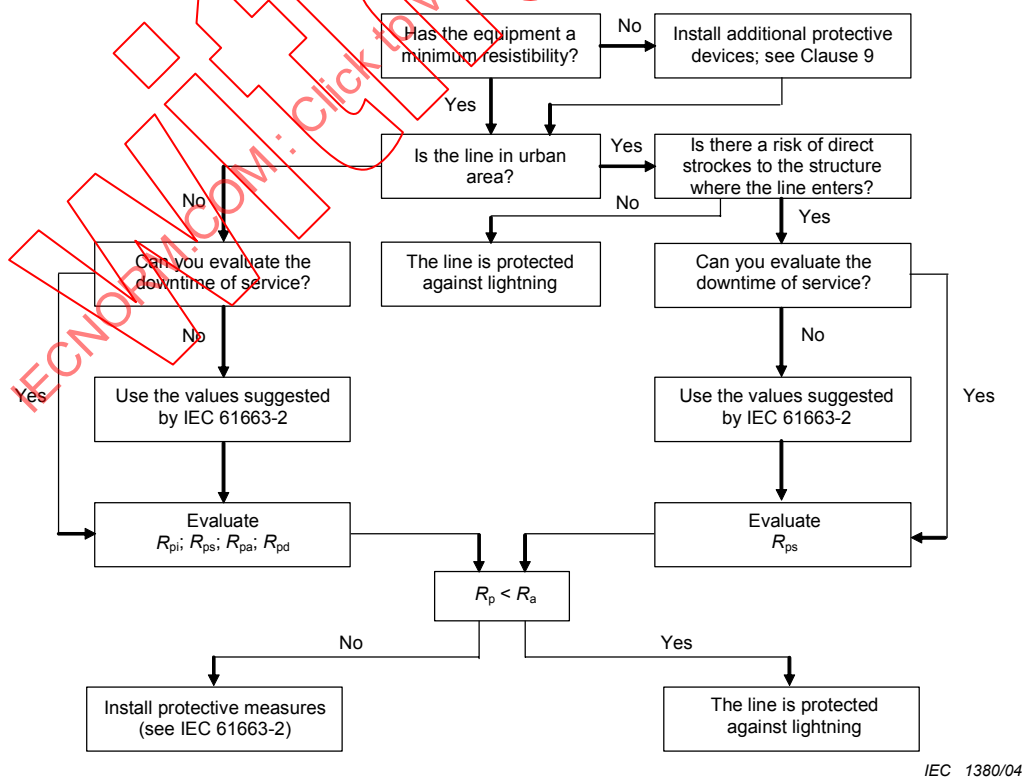


Figure C.1 – Risk evaluation procedure

C.1.4 Traitement du risque

Pour les lignes de télécommunications ou 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 télécommunication ou de signaux.

Si 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 appropriée pour protéger l'équipement.

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

Le risque de surtensions dans les réseaux de télécommunications et de transmission de signaux dû aux conditions de défauts 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 signaux du réseau d'énergie,
- la résistivité du sol,
- le type et le 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 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 la CEI 61643-12 Ed.1.0.

C.2.1 Réseaux d'énergie en courant alternatif

Le calcul exact des conditions de défaut pour les réseaux d'énergie aériens en courant alternatif ne sont pas nécessaires si 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	$> 3\ 000$	$> 1\ 000$

C.1.4 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

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.2.1 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	$> 3\ 000$	$> 1\ 000$

Le calcul exact des conditions de défaut pour les câbles électriques souterrains en courant alternatif ne sont pas nécessaires si 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	$\leq 3\,000$	>10
Rural	$>3\,000$	>100
Urbain	Ne s'applique pas	>1

C.2.2 Réseaux d'énergie en courant continu

Le calcul exact des conditions de défaut pour les réseaux d'énergie aériens en courant continu ne sont pas nécessaires si 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 ne sont pas nécessaires si 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	n.a.	>1

C.3 Augmentation du potentiel de terre

A l'étude.