



UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

UIT-T

SECTEUR DE LA NORMALISATION
DES TÉLÉCOMMUNICATIONS
DE L'UIT

K.36

(05/96)

PROTECTION CONTRE LES PERTURBATIONS

**SÉLECTION DES DISPOSITIFS
DE PROTECTION**

Recommandation UIT-T K.36

(Antérieurement «Recommandation du CCITT»)

AVANT-PROPOS

L'UIT-T (Secteur de la normalisation des télécommunications) est un organe permanent de l'Union internationale des télécommunications (UIT). Il est chargé de l'étude des questions techniques, d'exploitation et de tarification, et émet à ce sujet des Recommandations en vue de la normalisation des télécommunications à l'échelle mondiale.

La Conférence mondiale de normalisation des télécommunications (CMNT), qui se réunit tous les quatre ans, détermine les thèmes d'études à traiter par les Commissions d'études de l'UIT-T lesquelles élaborent en retour des Recommandations sur ces thèmes.

L'approbation des Recommandations par les Membres de l'UIT-T s'effectue selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT (Helsinki, 1^{er}-12 mars 1993).

La Recommandation UIT-T K.36, que l'on doit à la Commission d'études 5 (1993-1996) de l'UIT-T, a été approuvée le 8 mai 1996 selon la procédure définie dans la Résolution n° 1 de la CMNT.

NOTES

1. Dans la présente Recommandation, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation reconnue de télécommunications.
2. Les termes «annexe» et «appendice» aux Recommandations de la série K ont la signification suivante:
 - une *annexe* à une Recommandation fait partie intégrante de la Recommandation;
 - un *appendice* à une Recommandation ne fait pas partie de la Recommandation, il contient seulement quelques explications ou informations complémentaires spécifiques à cette Recommandation.

© UIT 1996

Droits de reproduction réservés. 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'UIT.

TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Introduction	1
2 Domaine d'application.....	1
3 Définitions.....	1
4 Caractéristiques des composants de protection	1
5 Origine des surtensions et des surintensités	3
6 Stratégies de protection des systèmes de télécommunication	3
7 Caractéristiques électriques souhaitables	4
7.1 Fonctionnement normal du dispositif	4
7.2 Conditions d'exploitation des SPD	4
7.3 Dispositifs limiteurs d'intensité.....	6
7.4 Dispositifs d'isolation.....	7
8 Modes de défaillance.....	7
8.1 Dispositifs à écrêtage	7
8.2 Dispositifs limiteurs d'intensité.....	8
9 Implantation et montage des SPD	8
10 Sécurité.....	8
11 Considérations générales relatives aux coûts d'installation et à la maintenance	9

SÉLECTION DES DISPOSITIFS DE PROTECTION

(Genève, 1996)

1 Introduction

Il existe un besoin croissant de protéger les équipements de télécommunication contre les surintensités et les surtensions. Un certain nombre de nouveaux composants et dispositifs de protection ont été mis au point en conséquence. La Recommandation K.28 relative aux modules de parasurtension à semi-conducteurs (SAA) (*solid state arrestors*), ainsi que la Recommandation K.30 qui traite des dispositifs limiteurs de courant à réarmement automatique, spécifient les caractéristiques électromagnétiques de ces composants et les méthodes d'essai qui leur sont applicables. La Recommandation K.12 traite des parafoudres à décharge gazeuse (GTD) (*gas discharge tubes*).

L'objet de la présente Recommandation est de fournir des informations sur l'utilisation de ces nouveaux dispositifs dans les différentes parties d'un réseau de télécommunication. Il s'agit de faciliter le choix, par les ingénieurs chargés de la protection et par les fabricants d'équipements, des dispositifs propres à assurer la protection des systèmes de télécommunication.

Il convient de noter que la mise en œuvre de dispositifs de protection dans un système de communication n'est que l'une de plusieurs méthodes de réduction des surtensions transitoires. L'utilisation d'une technique efficace de blindage et de mise à la masse peut réduire d'une manière significative le besoin d'utilisation de composants de protection.

2 Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des directives pour la sélection des composants et des dispositifs de protection d'un réseau de télécommunication. Elle traite de la protection des équipements de commutation, des installations d'abonné et des installations de câbles exposées à des surtensions ou surintensités dues à la foudre ou à des anomalies d'alimentation. Sont également considérées les perturbations dues à des décharges électrostatiques et à des transitoires électriques rapides dans la mesure où ces phénomènes peuvent provoquer des dommages permanents dans l'équipement.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Recommandation, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 dispositif de protection contre les surtensions/surintensités (SPD) (*surge protective device*): Dispositif atténuant les surtensions ou surintensités de durée limitée. Peut être composé d'un seul élément ou présenter une configuration plus complexe intégrant plusieurs fonctions. Contient au moins un composant non linéaire.

3.2 SPD primaire (ou extrinsèque): SPD capable de détourner de l'équipement protégé, ou de bloquer, une partie considérable de l'énergie produite par la surtension/surintensité. Ce type de dispositif est en général installé au point d'arrivée des câbles dans le local considéré, au niveau du répartiteur principal ou au niveau de l'interface équipement/câble.

3.3 SPD secondaire (ou intrinsèque): Dispositif capable de traiter des surintensités/surtensions de moindre énergie qu'un SPD primaire et pouvant être utilisé en l'absence de SPD primaire dans des conditions moins rigoureuses, mais qui supprime l'énergie excédentaire résiduelle non filtrée par le SPD primaire. Dans la majorité des cas, un tel dispositif est intégré dans l'équipement protégé (intrinsèque), mais il peut aussi faire partie d'un module de protection (secondaire).

On trouvera des définitions plus détaillées des caractéristiques des SPD dans les Recommandations K.12, K.28 et K.30.

4 Caractéristiques des composants de protection

Les dispositifs de protection sont en général classés en deux catégories, selon qu'ils traitent les surtensions ou les surintensités. Il peut s'agir de composants uniques ou de dispositifs plus complexes intégrant plusieurs fonctions.

On distingue pour l'essentiel deux types de dispositifs de protection contre les surtensions, à savoir les dispositifs à commutation et les dispositifs limiteurs.

Un dispositif à commutation présente une caractéristique intensité/tension discontinue (exemple: tube à décharge gazeuse). Un limiteur empêche la tension de dépasser une valeur prédéterminée et présente une caractéristique intensité/tension continue (exemple: diode zener).

Ces composants protègent les équipements contre les surintensités/surtensions de brève durée en limitant la tension et en détournant le courant. Ils sont branchés en parallèle avec l'équipement à protéger.

Les dispositifs de protection contre les surintensités sont classés en deux catégories: avec ou sans réarmement. Ces composants protègent l'équipement contre les surintensités de longue durée. Ils ouvrent le circuit ou atténuent l'intensité par une forte augmentation de leur résistance électrique. Ils sont branchés en série avec l'équipement ou les éléments à protéger.

Les éléments de protection hybrides comportent plusieurs composants intégrés en sous-ensembles et ont des fonctions de protection plus complexes. Selon leur conception, ils sont montés en parallèle, en série ou en série-parallèle.

Les dispositifs d'isolement sont également classés en deux catégories: isolateurs optiques et isolateurs électriques. On recherche ici une séparation galvanique parfaite entre deux parties d'un circuit, afin d'assurer une isolation électrique totale des équipements fortement exposés.

Les Tableaux 1 et 2 résument les caractéristiques des composants de protection contre les surtensions/surintensités.

TABLEAU 1/K.36

Caractéristiques des dispositifs de protection contre les surtensions

Dispositif (mode de fonctionnement)	Temps de réaction	Précision, tension	Tolérance impulsionnelle en intensité	Stabilité de la tension limitée	di/dt max	Capacité	Mode d'intervention normal	Durée de vie à la valeur d'impulsion nominale
Parafoudre à gaz (commutation)	0,1 μ s	20%	Très bonne	Moyenne	kA/ μ s	1 pF	Circuit ouvert	Elevée
Diode thyristor (commutation)	0,1 μ s	2%	Bonne	Bonne	30 A/ μ s	100 pF	Court-circuit	Elevée
Varistance à oxyde métallique (limitation)	1 ns	20%	Bonne	Moyenne	kA/ μ s	500 pF	Court-circuit	Peu élevée
Zener (limitation)	100 ps	2%	Faible	Bonne	30 A/ μ s	1 nF	Court-circuit	Elevée

TABLEAU 2/K.36

Caractéristiques des dispositifs de protection contre les surintensités

Dispositif (mode de fonctionnement)	Résistance	Temps de réaction à 1 A	Tension admissible	Stabilité de la résistance	Intensité admissible pendant 1 seconde	Capacité	Mode d'intervention normal	Durée de vie
Céramique, PTC (à réarmement)	5-50 Ω	2 s	650 V	Moyenne	3 A	500 pF	Circuit ouvert	Elevée
Polymère, PTC (à réarmement)	2-20 Ω	2 s	650 V	Médiocre	10 A	1 pF	Circuit ouvert	Elevée
Fusible (sans réarmement)	100 m Ω	5 s (fusible de 350 mA)	Non applicable	Bonne	Selon spécification	–	Circuit ouvert	–
Bobine chauffante (sans réarmement)	1-20 Ω	10 s	650 V	Bonne	5 A	–	Court-circuit	–

Les définitions des différents composants sont données dans les Recommandations K.12, K.28 et K.30.

5 Origine des surtensions et des surintensités

La Recommandation K.11 classe comme suit les sources de chocs électriques:

- chocs directs de foudre;
- chocs de foudre au voisinage;
- induction produite par les courants de défaut circulant dans les lignes électriques, y compris les lignes de traction électrique;
- contacts directs avec des lignes de distribution de réseaux électriques;
- élévation du potentiel dans le sol.

D'autres sources s'ajoutent aux menaces ci-dessus:

- transitoires rapides dues à des décharges électrostatiques et à des rafales d'énergie associées à la commutation de courants;
- chocs composites dus à des courants de foudre et à des courants alternatifs consécutifs.

6 Stratégies de protection des systèmes de télécommunication

Il est important, pour les constructeurs et exploitants de systèmes de télécommunication, de prendre en considération le niveau de protection contre les surtensions au début de la conception. En général, lorsque l'on ne tient pas compte de cette nécessité de prévoir des dispositifs de protection contre les surtensions/surintensités, on s'expose à d'importantes dépenses ultérieures, lorsque l'on s'aperçoit qu'il faut prévoir des mesures de protection complémentaires, après la mise en service des nouveaux équipements.

Il existe plusieurs stratégies de choix des dispositifs de protection en fonction des caractéristiques électromagnétiques prévisibles des locaux, mais également en fonction de certaines considérations d'ordre pratique. Les installateurs, comme les utilisateurs, pourront avoir intérêt à adopter des équipements de bureau mobiles, dotés de dispositifs de protection complets et intégrés, capables de résister aux fortes perturbations provoquées par la foudre. Ainsi, la question de savoir si des mesures de protection ont déjà été prévues au niveau de l'interface du bâtiment ou du câble d'équipement n'aura pas d'incidence.

Il faut prévoir, dans le cas d'installations permanentes d'équipements de télécommunication, la fourniture des éléments de protection au niveau du câble d'arrivée dans le bâtiment ou l'armoire technique considérée, ou tout au moins la possibilité d'installer de tels dispositifs. Les SPD primaires installés au niveau du répartiteur principal ou des blocs terminaux distincts auront pour fonction de détourner les crêtes d'intensité, de charge ou d'énergie spécifique. Ces dispositifs pourront être des composants simples ou des dispositifs hybrides ou à double entrée plus complexes.

Il est toujours nécessaire d'avoir à l'esprit la protection contre les transitoires électriques rapides (EFT) (*electrical fast transients*) et les décharges électrostatiques (ESD) (*electrostatic discharges*).

En ce qui concerne les surcharges se manifestant sur les lignes entrantes, la protection des centres de commutation, des installations distantes, etc., peut dans certaines conditions être assurée par des SPD primaires de haute qualité aux caractéristiques de protection bien déterminées, pour autant que l'équipement de télécommunication soit installé dans un local parfaitement isolé des champs extérieurs et sans aucune source de perturbation interne. L'avantage d'une telle configuration réside dans le fait que les nouveaux équipements ou composants qui seront ultérieurement installés dans les mêmes armoires n'appelleront pas d'essais additionnels.

Les Recommandations K.20, K.21 et K.22 applicables aux équipements des centres de commutation et aux équipements installés chez l'abonné supposent une certaine robustesse intrinsèque de l'équipement proprement dit. Le niveau de robustesse est déterminé en fonction des exigences définies dans ces Recommandations. Il est possible, dans ce cas, d'ignorer la nécessité de fournir des SPD primaires. Toutefois, les circuits électroniques doivent être fournis avec des éléments de coordination de la protection du côté de la ligne. Ainsi, l'utilisateur peut choisir d'utiliser l'équipement dans des conditions d'environnement électromagnétique plus difficiles, imposant une protection primaire. Voir également la Recommandation K.11. Les Recommandations K.20 et K.21 donnent des informations détaillées concernant la coordination de l'utilisation de composants de protection.

7 Caractéristiques électriques souhaitables

7.1 Fonctionnement normal du dispositif

Les SPD auront un effet négligeable sur les caractéristiques de transmission, de signalisation et de commutation du système dans le cas de fonctionnement normal.

Les dispositifs capacitifs de protection contre les surtensions, par exemple les varistances, doivent être assortis avec soin afin d'éviter des déséquilibres.

Les SPD choisis seront transparents en ce qui concerne tous les signaux de transmission, de sonnerie et d'alarme et la tension d'alimentation du réseau de télécommunication.

Il faudra prévoir, pour ce qui est des valeurs maximales des signaux de transmission et des tensions d'alimentation, une marge de fonctionnement tenant compte du comportement des SPD dans la totalité de l'intervalle des températures de fonctionnement de l'équipement à protéger.

A la tension continue du système, qui est normalement de -48 V, le SPD ne chargera pas le système fonctionnant aux limites supérieures de température et d'amplitude du signal. Certains des services numériques spéciaux en cours d'introduction présentent des tensions continues largement supérieures à -48 V, et il faut en tenir compte si un dispositif de protection doit être conçu pour être utilisé dans toutes les situations.

Dans les câbles à paires métalliques l'immunité aux perturbations externes dépend de la symétrie du système par rapport à la terre. Cette symétrie ne doit pas être altérée par des valeurs élevées et instables de la capacité du SPD. La capacité des varistances et des diodes zener est fonction de la tension continue appliquée au système. Une bonne symétrie nécessite donc des valeurs précises et stables pour les composants résistifs utilisés en série comme dispositifs de coordination et de limitation d'intensité.

Un SPD sera capable de revenir à l'état de repos après des transitoires ou des surtensions à 50/60 Hz de durée limitée. Ce paramètre est exprimé par le courant de maintien dans le cas d'un SPD à semi-conducteurs ou par la tension d'extinction pour un parafoudre à gaz. Le niveau du courant de maintien doit être déterminé pour le cas le plus défavorable, à tension continue maximale et pour différentes charges de circuit. On tiendra compte également du courant maximal pouvant être fourni à la ligne par l'équipement considéré.

Les SPD doivent répondre aux exigences climatiques spécifiées pour l'application prévue. Une attention spéciale sera donnée aux SPD installés dans des cabines techniques extérieures pouvant être soumises à des variations extrêmes de température et d'humidité. En effet, une mauvaise isolation thermique peut se traduire par une interruption ou une distorsion de la transmission.

7.2 Conditions d'exploitation des SPD

Les SPD auront un temps de réponse bref. Tous les SPD réagissent très rapidement et présentent une caractéristique de retard négligeable. La caractéristique de retard des parafoudres à gaz est généralement d'une importance moindre que l'intensité admissible en ce qui concerne l'efficacité de la protection.

Les SPD utilisés comme dispositifs de protection secondaire auront une tension d'écrêtage bien définie. Le seuil d'écrêtage est déterminé en fonction de la robustesse du circuit à protéger et de la tension de fonctionnement maximale du système. Il n'est en général pas utile de choisir la tension d'écrêtage la plus basse possible. Une marge de fonctionnement permettra d'éviter un fonctionnement intempestif du SPD, qui se traduirait par des interruptions répétées des transmissions de données en cours.

Un SPD aura une capacité de supporter les surintensités/surtensions isolées prévues sans être détruit. Il sera capable de protéger les circuits contre des transitoires répétées provoquées par des décharges de foudre et les surtensions à 50/60 Hz qui en résultent, pendant les durées spécifiées dans la Recommandation K.20.

Le choix judicieux des caractéristiques facilitera également la coordination avec les autres dispositifs de protection installés en amont ou en aval dans le système. Les impédances de coordination résisteront sans dégradation aux chocs d'énergie et de tension correspondants.

7.2.1 Dispositif à commutation de tension

Les SPD utilisés comme dispositifs de protection primaire et comme dispositifs de protection des câbles installés à l'extérieur sont très exposés aux dangers de la foudre et aux inductions provoquées dans les systèmes d'alimentation par les défauts de mise à la terre. Les dispositifs de protection comprenant des composants à commutation dégagent moins d'énergie thermique pendant la décharge que les SPD limiteurs de tension, leur caractéristique de tension résiduelle étant moins élevée.

7.2.1.1 Parafoudres à gaz

Les parafoudres à gaz sont les composants de commutation les plus robustes: ils peuvent résister à des transitoires de choc de foudre de plusieurs kA pendant plusieurs centaines de microsecondes et de plusieurs ampères en courant alternatif pendant une seconde ou plus en cas de défaut du système d'alimentation.

La tension de claquage d'un parafoudre à gaz est sensible à la vitesse d'augmentation de la tension, et peut, dans le cas d'impulsions dues à des chocs de foudre, être deux fois plus élevée que pour des surtensions à 50/60 Hz. Un parafoudre à gaz, comme tout dispositif à arc, est un dispositif de protection très robuste, offrant d'importantes tolérances de fonctionnement.

Les parafoudres à gaz ne sont pas toujours indiqués lorsqu'il s'agit de protéger des circuits sensibles à l'intérieur d'équipements, en raison d'une part de l'inconvénient que nous venons de citer, mais également parce que ce type de composant peut créer des transitoires lors de son déclenchement pouvant créer des perturbations des circuits proches insuffisamment blindés. Ces composants sont donc de préférence utilisés comme SPD primaires, tout particulièrement dans des endroits très exposés – installations rurales d'abonné, sites distants, etc. – où leur capacité à accepter de fortes énergies revêt une grande importance.

Les parafoudres à gaz soumis à un grand nombre de surintensités ont tendance à présenter une élévation de la tension continue d'amorçage, en raison de l'érosion des électrodes qui se traduit par une augmentation d'écartement.

Certains parafoudres à gaz contiennent des isotopes radioactifs émetteurs de rayons β qui minimisent la valeur statistique de leur temps de réponse. Ces composants peuvent passer à l'état conducteur extrêmement rapidement, même pour des fronts d'ondes très abrupts. Cette propriété s'atténue après quelques années, en fonction de la période de l'élément radioactif.

7.2.1.2 Dispositifs à semi-conducteurs (thyristors)

Les dispositifs de commutation à semi-conducteurs sont utilisés principalement comme dispositifs de protection secondaire sur cartes de circuits imprimés, ou entrent dans la composition de dispositifs de protection hybrides. Comparés aux parafoudres à gaz, les SPD de la famille des thyristors présentent une robustesse moindre vis-à-vis du courant de crête mais peuvent accepter plusieurs centaines d'ampères pendant des durées équivalentes. Cette caractéristique permet dans certains cas de les utiliser comme éléments de protection primaire dans le répartiteur principal ou des zones relativement exposées. Les progrès sont très rapides dans le domaine des dispositifs de protection à thyristors, et l'on trouvera vraisemblablement bientôt sur le marché des composants utilisables sur des sites fortement exposés du type des installations d'abonné en milieu rural.

Toujours par rapport aux parafoudres à gaz, les dispositifs à semi-conducteurs présentent une tension de claquage très précise, indépendante de la vitesse d'augmentation de la tension exprimée par le rapport du/dt .

Toutefois, les SPD à semi-conducteurs sont sensibles aux brusques élévations d'intensité. Leurs jonctions p-n simples peuvent présenter des «points chauds» qui se développent jusqu'à provoquer la destruction du composant par brûlage.

Les dispositifs de commutation à thyristors peuvent être endommagés par des courants d'anode à montée rapide. Dans le cas de phénomènes très brefs, la jonction n'est pas uniformément conductrice, d'où l'apparition de points chauds.

Les diodes à thyristors se comportent initialement comme des limiteurs de tension avant la commutation sur une valeur de tension de limitation inférieure. Pendant cette phase de transition, la tension de fonctionnement de la diode-thyristor dépend du rapport di/dt du choc et peut sensiblement dépasser la tension d'écrêtage nominale. Il est possible que ce comportement soit à l'origine d'un grand nombre des pannes de circuits de ligne qui se produisent de façon inattendue. L'utilisateur de tels SPD devra obtenir du fabricant des informations détaillées sur cette caractéristique.

La commutation des thyristors peut être déclenchée de plusieurs manières. Les thyristors sans porte sont des composants à autodéclenchement, c'est-à-dire que la commutation a lieu lorsque le courant d'anode dépasse une valeur seuil ou lorsque la tension augmente rapidement. La tension limite maximale des dispositifs de protection contre la surtension dont sont équipés les thyristors est fixée au stade de la fabrication; pour certains systèmes, le niveau de protection maximal peut être abaissé au niveau du circuit de porte.

Les thyristors à porte peuvent être déclenchés par une impulsion générée par une chute de tension dans une impédance en série, souvent intégrée dans le SPD.

Dans un thyristor, la coupure a lieu lorsque le courant tombe à une valeur inférieure au courant de maintien. Lorsque la valeur du courant de maintien est trop basse, le SPD reste en position fermée, ce qui pose un problème de réenclenchement.

7.2.2 Dispositifs limiteurs de tension

Des exemples de limiteurs de tension sont les varistances, les diodes zener et les diodes classiques. Ce type de SPD ne commute pas sur des tensions inférieures pendant la phase conductrice mais limite la surtension à un niveau pratiquement constant, indépendamment de l'intensité.

7.2.2.1 Varistances

Les varistances à oxyde métallique sont largement utilisés dans les circuits d'alimentation, où leur capacité d'élimination des courants induits est importante. On les utilise également pour les applications de télécommunication où certaines de leurs caractéristiques sont intéressantes. Par exemple, elles ne créent pas de courts-circuits caractérisés par un rapport di/dt excessif, mais absorbent une grande partie de l'énergie produite par la surtension/surintensité.

Un varistance à oxyde métallique a un temps de réponse extrêmement court, inférieur à 1 ns, et présente une résistance d'isolement très élevée à l'état non-conducteur, mais sa capacité, par rapport à un parafoudre à gaz, est élevée.

Pour des charges excessives, la tension résiduelle de ce type de composant augmente de façon significative, et l'on tiendra compte de cet aspect dans le choix du niveau de protection contre les surtensions. Toutefois, cette propriété facilite également la coordination avec les autres SPD et peut même éliminer la nécessité de prévoir d'autres composants montés en série dans le circuit de protection. Combiné à d'autres composants de même type, un varistance à oxyde métallique placé du côté de la ligne par rapport à la protection secondaire assure le détournement de la majeure partie de la surcharge, et doit présenter la tension d'écrêtage la plus faible, contrairement aux pratiques actuelles. Plus la tension d'écrêtage est faible, plus l'énergie dégagée dans un composant est réduite. Cette méthode permet l'utilisation de varistances plus petites et meilleur marché pour la protection secondaire.

Les varistances à oxyde métallique, comme les autres limiteurs de tension, doivent être utilisés essentiellement comme composants de protection secondaire. Utilisés pour la protection primaire, leur importante caractéristique de tension résiduelle se traduira par le transfert d'une importante quantité – non spécifiée – de l'énergie de choc sur le dispositif de protection secondaire. Exposés à des courants excessifs ou à un grand nombre de petits chocs, leur niveau de protection nominal peut diminuer. Le vieillissement du composant est également à prendre en compte.

7.2.2.2 Diodes zener

Les diodes zener sont utilisées comme SPD secondaires sur des circuits imprimés, leur faible taille et leur rapidité de réaction permettant dans ce cas de protéger des circuits intégrés sensibles. Les diodes zener peuvent assurer une protection amont et une protection aval. Elles sont souvent combinées en configuration dos à dos dans des circuits bidirectionnels.

A l'inverse des varistances et des parafoudres à gaz, les diodes zener ne présentent pas de dégradation de caractéristiques, mais leur capacité de traitement de fortes surtensions est beaucoup moins importante. En revanche, elles ont une tension seuil beaucoup plus précise que les varistances.

7.3 Dispositifs limiteurs d'intensité

Les dispositifs limiteurs d'intensité réagiront à des surintensités d'amplitude et de durée spécifiées. Ces composants se caractérisent par un temps de réponse important et n'agissent pas sur les transitoires causées par exemple par des chocs de foudre, puisque leur intervalle de réarmement peut être très long, voire infini dans le cas des fusibles. Leur principale fonction est de limiter les risques de panne de circuits électroniques dans le cas d'inductions de longue durée (quelques secondes ou davantage) et de contacts avec le secteur ou un bus d'alimentation en courant continu.

Dans le cas des dispositifs à réarmement automatique, le problème que peut poser la durée de rétablissement de l'impédance série initiale d'un composant PTC (à coefficient de température positif) peut être résolu au moyen d'un dispositif de faible résistance ohmique branché en série avec une résistance bobinée ou de type analogue, ce montage donnant la résistance série totale recherchée.

Le temps de réarmement d'une thermistance PTC dépend des éléments suivants:

- conditions ambiantes;
- proximité d'autres composants à haute température;
- durée d'application de la surintensité;
- dimensions physiques de la thermistance PTC;
- type de revêtement de la thermistance PTC.

En raison de leur sensibilité à la chaleur, les résistances PTC peuvent être intégrés avec d'autres composants pour constituer un dispositif hybride. Dans ce type de dispositifs, les résistances PTC ont un couplage thermique fort avec un autre composant. Deux dispositifs hybrides de ce type existent à l'heure actuelle:

- a) une résistance et une thermistance PTC montés en série fournissant:
 - un temps de basculement pour l'élément PTC;
 - un meilleur équilibrage longitudinal en utilisant une résistance ajustable;
 - un temps de réarmement plus court.
- b) varistance à oxyde métallique (en parallèle) et une thermistance PTC (en série) fournissant:
 - un temps de basculement plus court pour l'élément PTC;
 - l'élimination de la chaleur dissipée dans le varistance à oxyde métallique.

A son état résistif élevé, le dispositif doit pouvoir résister aux surtensions spécifiées dans le Tableau 1/K.20.

Les thermistances PTC sont montés en série avec la ligne et peuvent, lorsqu'elles sont connectées en amont de la protection secondaire, assurer la coordination des résistances pendant les perturbations. Toutefois, il faut remarquer que certaines thermistances PTC ont une capacité relativement élevée qui entraînera une diminution de l'impédance dans le cas de transitoires rapides. Les thermistances PTC utilisées comme résistances de coordination doivent être stables pendant toute la durée d'une perturbation due à la foudre.

Comparés aux classiques fusibles de ligne, les thermistances PTC présentent l'avantage de pouvoir être réarmées après une surtension excessive. Toutefois, il importe que ces composants présentent après réarmement des valeurs qui ne diffèrent pas trop des valeurs mesurées avant la charge. La dégradation de la symétrie de boucle dépend de la différence $\Delta R = R_a - R_b$, R_a et R_b étant les valeurs des résistances de la thermistance dans les sections a et b. Pour limiter l'affaiblissement de conduction longitudinale, il faudra toujours choisir des thermistances PTC appariées. Les équipements de commutation modernes peuvent parfois compenser automatiquement les modifications de valeurs des thermistances PTC, mais en général cette compensation automatique est limitée à quelques ohms.

La Recommandation K.30 relative aux thermistances PTC décrit la méthode de calcul des caractéristiques des dispositifs de protection utilisant ce type de composant.

7.4 Dispositifs d'isolation

On utilise des dispositifs d'isolation pour protéger les équipements contre les surtensions en mode commun. Ces composants ne sont pas formellement assimilés à des SPD, mais peuvent néanmoins prévenir certains dommages dus aux surtensions.

Sur les lignes de signal, on peut utiliser des transformateurs spéciaux pour isoler l'équipement de communication d'un réseau soumis à des augmentations de potentiel électrique dues à des anomalies de fonctionnement des systèmes d'alimentation à haute tension. Ces transformateurs, dont la tension de claquage entre enroulements se chiffre en dizaines de kV, peuvent également résister à la plupart des transitoires provoquées par la foudre.

Ces dispositifs d'isolation électriques sont faciles à installer chez l'abonné, à proximité des postes d'alimentation ou dans les régions rurales à un niveau céramique élevé.

Les dispositifs d'isolation optique procurent une isolation de quelques kV. Les isolateurs optiques et certains isolateurs électriques peuvent transférer des signaux en tension continue. Des dispositifs d'isolation optique et des transformateurs spécialement conçus peuvent être utilisés pour atténuer les perturbations de faible niveau.

Certains isolateurs électriques présentent l'avantage de pouvoir être alimentés à distance alors que les isolateurs optiques doivent être raccordés au réseau d'alimentation.

8 Modes de défaillance

8.1 Dispositifs à écrêtage

La défaillance d'un SPD ne doit pas entraîner de danger lorsqu'il est soumis à une charge excessive. En phase de transition, c'est-à-dire avec une certaine résistance en série, il peut se produire un échauffement de nature à enflammer un circuit imprimé ou un composant proche.

La plupart des dispositifs à semi-conducteurs ont un mode de défaillance en court-circuit mais peuvent passer à l'état de circuit ouvert pour des surintensités de longue durée. Tel est également le cas des varistances à oxyde métallique.

On trouve sur le marché des parafoudres à gaz qui ont des modes de défaillance en circuit ouvert ou en court-circuit. Dans les composants de la seconde catégorie, on prévoit délibérément une sensibilité à la surchauffe qui provoque la fusion d'un élément métallique particulier ou d'un composant isolant mettant les électrodes en contact.

Le choix du mode de défaillance dépend de l'application. Les SPD primaires présentant une faible caractéristique de surintensité admissible doivent avoir un mode de défaillance en court-circuit afin de détourner les chocs ultérieurs et d'assurer ainsi la protection de l'équipement ou de leurs propres composants. La majorité des parafoudres à gaz utilisés dans les répartiteurs résisteront pratiquement à toutes les surintensités de faible durée mais peuvent être surchargés par des courants continus lorsque les lignes de signal sont en contact direct avec le réseau. L'avantage de la défaillance en court-circuit est que le dommage est immédiatement évident. L'inconvénient est qu'il faut parfois prévoir des éléments fusibles de secours.

Certains équipements d'abonné – répondeurs ou petits autocommutateurs privés – sont dotés de circuits de protection intégrés pour les circuits de signalisation (parafoudres à gaz ou varistances). Pour limiter la surtension de mode commun par rapport au réseau basse tension, les SPD sont reliés à la terre de l'équipement. S'ils sont reliés à la phase du réseau, on doit éviter l'intervention en court-circuit, car cela poserait des problèmes de sécurité pour l'utilisateur et les employés de l'administration des télécommunications travaillant sur les installations extérieures ou dans les centres de commutation.

La tension continue d'écrêtage de ces dispositifs de protection doit être réglée au-dessus de la tension de crête maximale du réseau pour des raisons de sécurité (voir l'article 10).

8.2 Dispositifs limiteurs d'intensité

Les dispositifs limiteurs d'intensité – fusibles, thermistances PTC ou résistances – connectés en série avec la ligne ont en général un mode de défaillance en circuit ouvert, ce qui assure l'interruption du courant. Dans certains cas, il peut être nécessaire de prévoir une indication d'alarme pour les circuits vitaux ou pour signaler les possibilités de surtensions dangereuses sur la ligne.

9 Implantation et montage des SPD

L'efficacité des mesures de protection adoptées dépend dans une large mesure de l'emplacement et des techniques de montage retenus.

Il est en général extrêmement important d'utiliser des câbles de raccordement très courts pour tous les SPD prévus pour atténuer les transitoires à taux de montée élevé. Les chutes de tension inductives importantes qui se produisent dans les connexions des SPD peuvent facilement dépasser la tension de claquage ou la tension résiduelle du dispositif de protection lui-même.

Les équipements de commutation doivent toujours pouvoir tolérer les perturbations produites dans les câbles installés dans les locaux par des sources internes ou externes (chocs de foudre, par exemple).

Les transitoires d'origine interne provoquées par les décharges électrostatiques ou l'activation des parafoudres à gaz sont extrêmement rapides. Pour que les effets de ces perturbations puissent être atténués, il faut que les SPD secondaires possèdent un temps de réponse court et soient reliés de façon correcte à un blindage efficace au niveau de l'interface de l'équipement. Si la connexion à un blindage efficace n'est pas possible, le SPD n'aura qu'un effet très limité pour les fréquences élevées.

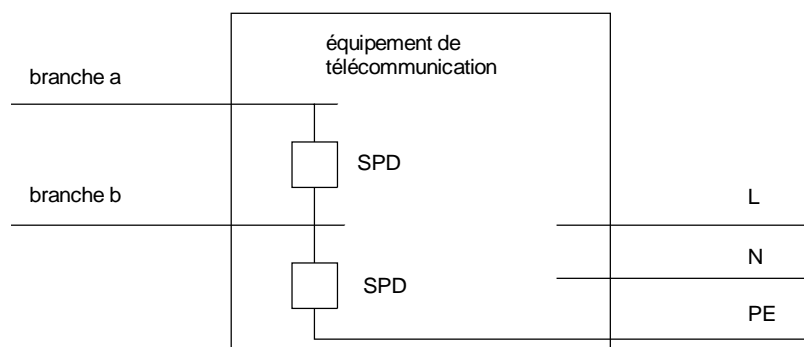
Les importantes surintensités transitoires d'origine extérieure doivent être renvoyées à la terre par le plan de référence local par l'intermédiaire de SPD primaires, qui seront installés à la limite extérieure du volume à protéger.

Les SPD montés en entrée de câble ont pour fonction d'empêcher que les surtensions et surintensités excessives parviennent à l'équipement électronique mais également de limiter les surtensions à l'intérieur des câbles d'arrivée. Il est donc important que les blindages des câbles soient reliés à la terre commune des SPD par un conducteur aussi court que possible.

10 Sécurité

Les SPD reliés à un réseau basse tension à l'entrée des locaux de l'abonné ou intégrés dans l'équipement d'abonné doivent respecter les caractéristiques électriques spécifiées dans la publication 950 de la CEI ou par des règlements nationaux. Ces spécifications ont pour objet de prévenir les blessures que pourraient occasionner des contacts non intentionnels entre une installation à basse tension alternative et les circuits de l'équipement de télécommunication. Les SPD doivent présenter une tension de claquage alternative/continue minimale maintenant l'isolation à un niveau inoffensif.

Lors du choix de la tension de claquage nominale, les tolérances de la tension de secteur et celles des SPD seront prises en compte. Voir Figure 1.



T0507010-96/d01

FIGURE 1/K.36

Équipement doté de ses propres dispositifs de protection, reliés à la terre de protection interne (PE)

11 Considérations générales relatives aux coûts d'installation et à la maintenance

L'étude des mesures de protection à prendre doit reposer sur une évaluation des risques, comportant une analyse soignée des conditions d'environnement de l'installation de télécommunication considérée. Il convient de garder présent à l'esprit que l'utilisation de SPD ne constitue qu'une partie de la protection et doit être coordonnée d'une manière adéquate avec les mesures de filtrage, de blindage, de mise à la terre et de mise à la masse.

Le coût maximal acceptable de l'ensemble des mesures de protection dépend dans une large mesure des interruptions de service qui peuvent être tolérées et à un degré moindre de la valeur des équipements détruits. Il faudra toutefois minimiser les coûts d'installation des SPD et tenir compte des coûts de leur maintenance et de leur remplacement.

Il est admis que les SPD montés sur un répartiteur principal ou un bloc de terminaison d'une installation extérieure auront une durée de vie d'au moins dix ans, qui dépassera souvent celle de l'équipement protégé, appelé à être remplacé en raison de l'évolution rapide des techniques de transmission. En matière de dispositifs de protection contre les surintensités/surtensions, le prix s'oublie et la qualité reste. La maintenance et la supervision de dispositifs bon marché de basse qualité peut être très onéreuse, tout particulièrement pour des sites éloignés ou des installations d'abonné.