



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.36

(05/96)

PROTECCIÓN CONTRA LAS PERTURBACIONES

**SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS
DE PROTECCIÓN**

Recomendación UIT-T K.36

(Anteriormente «Recomendación del CCITT»)

PREFACIO

El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones) es un órgano permanente de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). Este órgano estudia los aspectos técnicos, de explotación y tarifarios y publica Recomendaciones sobre los mismos, con miras a la normalización de las telecomunicaciones en el plano mundial.

La Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT (Helsinki, 1 al 12 de marzo de 1993).

La Recomendación UIT-T K.36 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 5 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 8 de mayo de 1996.

NOTAS

1. En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una administración de telecomunicaciones como una empresa de explotación reconocida de telecomunicaciones.
2. Los términos anexo y apéndice a las Recomendaciones de la serie K deberán interpretarse como sigue:
 - el *anexo* a una Recomendación forma parte integrante de la misma;
 - el *apéndice* a una Recomendación no forma parte integrante de la misma y tiene solamente por objeto proporcionar explicaciones o informaciones complementarias específicas a dicha Recomendación.

© UIT 1996

Es propiedad. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse o utilizarse, de ninguna forma o por ningún medio, sea éste electrónico o mecánico, de fotocopia o de microfilm, sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	<i>Página</i>
1	Introducción 1
2	Campo de aplicación 1
3	Definiciones 1
4	Características de los dispositivos de protección 1
5	Origen de las sobretensiones y sobrecorrientes..... 3
6	Métodos de protección de los sistemas de telecomunicaciones 3
7	Características eléctricas deseables 4
7.1	Funcionamiento normal del sistema 4
7.2	Condiciones de funcionamiento de los SPD 4
7.3	Dispositivos de limitación de la corriente..... 6
7.4	Dispositivos aislantes..... 7
8	Modos de operación de los dispositivos de protección 7
8.1	Dispositivos de fijación 7
8.2	Dispositivos de limitación de la corriente..... 8
9	Ubicación y montaje de los SPD..... 8
10	Consideraciones de seguridad 8
11	Consideraciones generales sobre los costes de instalación y mantenimiento..... 9

SELECCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN

(Ginebra, 1996)

1 Introducción

La creciente necesidad de proteger los equipos de telecomunicación contra las sobrecorrientes y sobretensiones ha llevado a concebir diversos componentes y elementos protectores nuevos. Las Recomendaciones K.28 sobre descargadores con dispositivos de estado sólido (SSA, *solid state arrestors*) las unidades protectoras de semiconductores y K.30 sobre los dispositivos de limitación de corriente con restablecimiento automático especifican las características electromagnéticas y los métodos de prueba de dichos componentes. La Recomendación K.12 trata de las características de los descargadores de gas (GDT, *gas discharge tubes*).

El objeto de la presente recomendación es proporcionar información sobre la aplicación de estas nuevas técnicas en las diferentes partes de la red de telecomunicaciones y orientar a los ingenieros que se ocupan de protección y a los fabricantes de equipo en la elección de los dispositivos de protección adecuados para un sistema de telecomunicación.

Cabe destacar que los dispositivos de protección en un sistema de comunicaciones constituyen sólo uno de los varios métodos empleados para mitigar las sobretensiones transitorias. Utilizando una técnica eficaz de apantallamiento y continuidad eléctrica se puede reducir considerablemente la necesidad de emplear componentes protectores.

2 Campo de aplicación

En esta recomendación se dan orientaciones sobre la elección de los componentes y unidades de protección que conviene utilizar en una red de telecomunicaciones. Se trata de la protección del equipo de conmutación, las instalaciones de abonado y los cables expuestos a sobretensiones y sobrecorrientes debidas a descargas de rayo o fallos de la alimentación de energía. También se consideran, en la medida en que pueden causar daños permanentes al equipo, las interferencias debidas a descargas electrostáticas (ESD, *electrostatic discharges*) y fenómenos transitorios eléctricos rápidos (EFT, *electrical fast transients*).

3 Definiciones

A los efectos de esta Recomendación son aplicables las definiciones siguientes.

3.1 dispositivo de protección contra descargas (SPD, *surge protective device*): Dispositivo destinado a mitigar las sobretensiones y sobrecorrientes de duración limitada. Puede consistir en un solo componente o tener un diseño más complejo, en el cual están integradas varias funciones. Contiene por lo menos un componente no lineal.

3.2 SPD primario (o extrínseco): SPD capaz de desviar o detener una parte considerable de la energía de descarga con respecto al sistema que protege. Suele estar instalado en la entrada del cable a un edificio, en el repartidor principal o en la interfaz equipo/cable.

3.3 SPD secundario (o intrínseco): SPD capaz de soportar descargas de tensión inferiores a los que soporta un SPD primario, y que puede utilizarse sin este último en situaciones de menor vulnerabilidad pero actúa de tal modo que suprime la energía de descarga residual que pueda haber dejado pasar el SPD primario. En la mayoría de los casos forma parte del equipo protegido (intrínseco) pero puede incorporarse como parte de un módulo de protección (secundario).

Para más definiciones de las características de los SPD, véanse las Recomendaciones K.12, K.28 y K.30.

4 Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección suelen dividirse en elementos de protección contra sobretensiones y contra sobrecorrientes. Pueden ser componentes sencillos o dispositivos más complejos que integren varias funciones.

Hay dos tipos de dispositivos de protección contra sobretensiones, los de conmutación de tensión y los de limitación de tensión.

Un dispositivo de conmutación tiene una característica de corriente-tensión discontinua (por ejemplo, un descargador de gas). Un dispositivo de limitación de la tensión limita la misma a un nivel especificado y tiene una característica de corriente-tensión continua (por ejemplo, un diodo zener).

La finalidad de estos dispositivos es proteger los equipos contra descargas de breve duración limitando la tensión y desviando la corriente. Se conectan en paralelo con el equipo que se desea proteger.

Los dispositivos de protección contra sobrecorrientes se dividen en componentes con y sin restablecimiento automático. Su finalidad es proteger el equipo contra sobrecorrientes de larga duración y abren el circuito o atenúan la corriente pasando a un estado de resistencia elevada. Se conectan en serie con el equipo o los elementos que se desea proteger.

Los dispositivos de protección híbridos comprenden distintos componentes integrados en unidades que realizan funciones de protección más complejas. Según cual sea su diseño, se conectan en paralelo, en serie o en una combinación de los dos.

Los dispositivos aislantes se dividen en aisladores ópticos y aisladores eléctricos. Su finalidad es crear una separación galvánica total entre dos partes de un circuito para conseguir una inmunidad eléctrica total de los equipos muy expuestos.

En los Cuadros 1 y 2 se resumen las características de los dispositivos tipo de protección contra sobretensiones y sobrecorrientes.

CUADRO 1/K.36

Características de los dispositivos de protección contra sobretensiones

Dispositivos (modo de funcionamiento)	Tiempo de reacción	Precisión (% de la tensión)	Capacidad para impulsos de corriente	Estabilidad de la limitación de tensión	di/dt máxima	Capacitancia	Modo de reacción normal	Vida útil a la corriente de impulso determinada
Descargadores de gas (conmutación)	0,1 μ s	20%	Muy grande	Media	kA/ μ s	1 pF	Circuito abierto	Elevada
Diodo Tiristor (conmutación)	0,1 μ s	2%	Grande	Buena	30 A/ μ s	100 pF	Cortocircuito	Elevada
Varistor (limitación)	1 ns	20%	Grande	Media	kA/ μ s	500 pF	Cortocircuito	Baja
Zener (limitación)	100 ps	2%	Pequeña	Buena	30 A/ μ s	1 nF	Cortocircuito	Elevada

CUADRO 2/K.36

Características de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes

Dispositivos (modo de funcionamiento)	Resistencia	Tiempo de respuesta a 1 A	Capacidad de resistencia a la tensión	Estabilidad de resistencia	Capacidad de corriente 1 segundo	Capacitancia	Modo de reacción normal	Vida útil
PTC cerámicos (con restablecimiento)	5-50 ohm	2 s	650 V	Media	3 A	500 pF	Circuito abierto	Elevada
PTC poliméricos (con restablecimiento)	2-20 ohm	2 s	650 V	Baja	10 A	1 pF	Circuito abierto	Elevada
Fusible (sin restablecimiento)	100 mohm	5 s (fusible de 350 mA)	No aplicable	Buena	Según la especificación	–	Circuito abierto	–
Bobina térmica (sin restablecimiento)	1-20 ohm	10 s	650 V	Buena	5 A	–	Cortocircuito	–

Para la definición de los diferentes componentes, véanse las Recomendaciones K.12, K.28 y K.30, etc.

5 Origen de las sobretensiones y sobrecorrientes

En la Recomendación K.11, las fuentes de sobrecargas eléctricas están clasificadas como sigue:

- descargas directas de rayos;
- descargas de rayos en la proximidades;
- inducción provocada por corrientes de fallo en líneas de transporte de energía, incluidas las líneas de tracción;
- contactos directos con líneas de transporte de energía;
- elevación del potencial de tierra.

Además de las mencionadas, existen otras fuentes, como:

- fenómenos transitorios con una pendiente de subida muy pronunciada, debidos a descargas electrostáticas y ráfagas asociadas con la conmutación de energía;
- descargas compuestas, que combinan una descarga de rayo con corrientes alternas residuales.

6 Métodos de protección de los sistemas de telecomunicaciones

Es importante que los fabricantes y operadores de sistemas de telecomunicaciones consideren el nivel de protección contra sobretensiones al principio de la fase de diseño. Ignorar la necesidad de los dispositivos de protección entrañará normalmente costes excesivos para medidas de protección adicionales una vez instalados los nuevos equipos.

Hay distintos métodos para seleccionar los dispositivos de protección, en función del entorno electromagnético previsto para la instalación, pero también por consideraciones prácticas. Los instaladores y usuarios de equipos pueden necesitar equipos de sobremesa móviles con sistemas de protección completos incorporados, que puedan resistir interferencias considerables causadas por descargas de rayo. De este modo los equipos no dependen de las medidas de protección que puedan existir o no en la interfaz del edificio o interfaz equipo-cable.

Las instalaciones permanentes de equipos de telecomunicaciones deben contar con elementos protectores en la entrada del cable al edificio o armario, o por lo menos poder estar equipados con los mismos. Los SPD primarios, instalados en el repartidor principal (MDF, *main distribution frame*) o en bloques terminales separados, desvían las descargas de corriente bruscas, las sobrecargas y la energía específica. Pueden ser componentes sencillos o dispositivos híbridos o de dos puertos más complejos.

No hay que olvidar la protección contra fenómenos transitorios eléctricos rápidos (EFT) y descargas electrostáticas (ESD).

Con respecto a las descargas en las líneas entrantes, en ciertos entornos la robustez de los centros de conmutación, lugares alejados, etc., puede depender de SPD primarios de alta calidad con niveles de protección bien especificados, sólo a condición de que el equipo de telecomunicaciones esté situado dentro de un volumen bien apantallado con respecto a los campos eléctricos exteriores y sin ninguna fuente interna de interferencia. Una ventaja de este concepto es la posibilidad de que las futuras generaciones de equipos, o las partes de los mismos que se incluyan en esos volúmenes, no requieran procedimientos de prueba adicionales.

En las Recomendaciones K.20, K.21 y K.22 sobre los equipos de los centros de conmutación y las instalaciones de usuario, se da por supuesto cierta robustez inherente del propio equipo. El nivel de robustez de los equipos se elige para que cumpla las exigencias definidas en las Recomendaciones K.20, K.21 y K.22. En esos casos no se necesitan SPD primarios, pero los circuitos electrónicos deben disponer de elementos de coordinación de protección en el lado de la línea. De este modo el usuario goza de más flexibilidad para utilizar el equipo en un entorno electromagnético más duro que requiere una protección primaria. Véase también la Recomendación K.11. En las Recomendaciones K.20 y K.21 figura una información detallada de la coordinación de componentes protectores.

7 Características eléctricas deseables

7.1 Funcionamiento normal del sistema

Cuando funcionan normalmente, los SPD tienen un efecto despreciable sobre las características de transmisión, señalización o conmutación del sistema.

Los SPD de tensión con capacitancia elevada, por ejemplo los varistores, deben ajustarse con cuidado para evitar desequilibrios.

Los SPD seleccionados deben ser transparentes a todas las señales importantes de transmisión, llamada y alarma y a la tensión de alimentación de la red de telecomunicaciones.

Debe haber un margen de trabajo del nivel de protección con respecto a las señales de transmisión y la tensión suministrada máximas, teniendo en cuenta el comportamiento de los SPD en la gama de temperatura completa del equipo que se ha de proteger.

A la tensión continua del sistema, normalmente -48 V, el SPD no representará una carga para el sistema en las condiciones máximas de señal y temperatura. Algunos de los nuevos servicios digitales especiales tienen tensiones continuas muy superiores a -48 V y se ha de tener en cuenta esta particularidad para adaptar el diseño de los protectores a todas las situaciones.

En los pares de cables metálicos la inmunidad contra la interferencia externa depende de la simetría con respecto a tierra del sistema. Esta simetría no debe perturbarse con unos valores de capacitancia elevados e inestables de los SPD. La capacitancia de los varistores y zeners depende de la tensión continua aplicada al sistema. Una buena simetría del sistema también exige valores precisos y estables de los componentes de resistencia en serie utilizados como dispositivos de coordinación y de limitación de corriente.

Los SPD podrán restablecer su nivel de estado desactivado después de fenómenos transitorios o de sobretensiones de 50/60 Hz de duración limitada. Este parámetro se expresa mediante la tensión de mantenimiento de un SPD de estado sólido o la tensión de extinción de un descargador de gas. El nivel de la corriente de mantenimiento debe elegirse para la condición más desfavorable a la tensión continua máxima y cargas de circuito diferentes. También debe considerarse la corriente máxima que el equipo puede suministrar a la línea.

Los SPD estarán adaptados a las condiciones atmosféricas previstas de la instalación. Se prestará particular atención a los SPD situados en armarios de plantas exteriores, donde la temperatura y humedad pueden experimentar variaciones considerables. Un mal aislamiento de los SPD puede interrumpir o distorsionar las señales transmitidas.

7.2 Condiciones de funcionamiento de los SPD

Los SPD tendrán un tiempo de respuesta rápido. Todos los SPD responden muy rápidamente con un retardo despreciable. El retardo de los descargadores de gas es generalmente menos importante para la eficacia de la protección que su capacidad para soportar la corriente.

Los SPD utilizados como dispositivos de protección secundarios tendrán una tensión de fijación bien definida. El nivel de fijación se elegirá con respecto a la robustez de los circuitos que se ha de proteger y a la tensión de funcionamiento máxima del sistema. Generalmente no tendrá ninguna ventaja elegir la tensión de fijación más baja posible. Un margen de trabajo de la robustez del circuito eliminará el funcionamiento innecesario de los SPD, que interrumpiría reiteradamente la transmisión de los datos.

Los SPD podrán soportar sin daños las descargas puntuales previstas. Podrán proteger los circuitos contra fenómenos transitorios repetitivos causados por descargas de rayo y sobretensiones de 50/60 Hz inducidas durante los periodos de tiempo especificados en la Recomendación K.20.

La selección de características apropiadas también facilitará la coordinación con otros SPD en puntos anteriores o posteriores del sistema. Las impedancias de coordinación resistirán sin daños los esfuerzos de tensión y energía pertinentes.

7.2.1 Dispositivos de conmutación de tensión

Los SPD utilizados como protección primaria y para la protección de cables en plantas exteriores son los más expuestos a los rayos y a la inducción eléctrica debida a fallos de puesta a tierra de los sistemas de alimentación eléctrica. Los dispositivos de protección que contienen componentes con características de conmutación producen menos calor durante el proceso de descarga que los SPD de limitación de tensión, debido a una baja tensión residual.

7.2.1.1 Descargadores de gas

Los descargadores de gas son los componentes de conmutación más robustos y pueden sobrevivir a fenómenos transitorios de rayo de muchos kA durante centenares de μ s y varios amperios de corriente alterna durante un segundo o más en condiciones de fallo del sistema de alimentación eléctrica.

La tensión de ruptura de los descargadores de gas es sensible a la pendiente de subida de tensión y, en el caso de los impulsos inducidos por el rayo, puede alcanzar el doble del valor de las sobretensiones de 50/60 Hz. Los tubos de gas, como todos los descargadores de chispa, son SPD resistentes con grandes tolerancias de funcionamiento.

Los descargadores de gas pueden no ser adecuados para la protección de circuitos sensibles dentro de los equipos, debido a esa debilidad, pero también a su capacidad para crear durante la ruptura fenómenos transitorios muy rápidos que pueden causar interferencias a circuitos próximos mal apantallados. Es preferible utilizarlos como SPD primarios, especialmente en lugares muy expuestos como las instalaciones rurales de abonado u otros lugares alejados, donde es importante su capacidad para soportar grandes energías.

Los descargadores de gas expuestos a muchas sobrecorrientes tienden a aumentar su tensión de disparo de corriente continua, ya que la erosión de los electrodos aumenta la separación entre los mismos.

Algunos descargadores de gas contienen isótopos radioactivos que emiten radiaciones beta, a fin de reducir al mínimo el retardo estadístico. Esos componentes pueden ser conductores extremadamente rápidos también con frentes de onda muy pronunciados. El efecto disminuye después de unos años en función de la media vida del material radioactivo.

7.2.1.2 Dispositivos de estado sólido (tiristores)

Los dispositivos de conmutación de estado sólido se utilizan principalmente como protección secundaria en placas de circuito impreso o como parte de una unidad de protección híbrida. Los SPD de la familia de los tiristores tienen una menor resistencia a la corriente de cresta que los tubos de gas, pero pueden soportar varios centenares de amperios durante el mismo tiempo. Esta capacidad es suficientemente elevada para aceptarlos como componentes de protección primarios en el repartidor principal o en otros emplazamientos relativamente expuestos. Los dispositivos de protección de tipo tiristor están evolucionando muy rápidamente y es posible que se comercialicen componentes para zonas muy expuestas como las instalaciones de abonado rural.

En comparación con los descargadores de gas, los dispositivos de estado sólido tienen una tensión de ruptura precisa que no depende de la pendiente de subida de la tensión, du/dt .

No obstante, los SPD semiconductores son sensibles a los rápidos aumentos de corriente. Las uniones p-n simples pueden llegar a formar «puntos calientes» que aumentan hasta que se quema el dispositivo.

Los dispositivos de conmutación de tiristores pueden ser dañados por corrientes anódicas con una pendiente de subida pronunciada. Los «puntos calientes» se forman cuando la zona de unión no tiene tiempo suficiente para conducir uniformemente.

Los tiristores se comportan en su estado inicial como dispositivos de limitación de la tensión antes de que se produzca la conmutación a una tensión limitadora inferior. Durante ese tiempo de transición la tensión de funcionamiento del tiristor depende de la relación di/dt de la descarga y puede alcanzar niveles notablemente superiores a la tensión de fijación nominal. Este comportamiento puede ocasionar muchos daños imprevistos a los circuitos de tarjeta de línea. Los usuarios de esos SPD necesitarán información detallada del fabricante sobre esta característica.

La conmutación de los tiristores puede iniciarse de distintas maneras. Los tiristores sin puerta se autodisparan, es decir que la conmutación se produce cuando la corriente anódica es superior a un valor umbral determinado o cuando la tensión aumenta rápidamente. La tensión limitadora máxima de los protectores de sobretensión del tiristor se establece durante la fabricación; en los dispositivos con un terminal de puerta el nivel de protección inherente puede reducirse mediante el control de puerta.

Los tiristores con puerta pueden activarse en marcha aplicando un impulso creado por una caída de tensión en una impedancia en serie, a menudo integrada en el SPD.

Los tiristores se desactivan cuando la corriente alcanza un valor inferior a su corriente de mantenimiento. Una corriente de mantenimiento demasiado baja mantiene al SPD activado y ocasiona problemas de bloqueo.

7.2.2 Dispositivos de limitación de la tensión

Estos dispositivos son, por ejemplo, los varistores, diodos zener y diodos directos. Este tipo de SPD no conmuta a tensiones inferiores en la fase conductora, sino que limita la sobretensión a un nivel prácticamente constante para todas las corrientes.

7.2.2.1 Varistores

Los varistores basados en material de óxido metálico (MOV, *metal oxide material*) se utilizan mucho en circuitos de suministro de energía en los cuales es importante su capacidad para absorber corrientes residuales. También se utilizan en aplicaciones de telecomunicaciones en las cuales son interesantes algunas de sus características. Por ejemplo, no producen cortocircuitos con un excesivo di/dt pero absorben una gran parte de la energía de descarga producida en el primer momento.

Los MOV tienen un tiempo de respuesta sumamente rápido, inferior a 1 ns, y una resistencia de aislamiento muy elevada en su estado no conductor, pero tienden a tener una capacitancia elevada en comparación con los descargadores de gas.

La tensión residual de los MOV aumenta notablemente con cargas de corriente excesivas, y esta particularidad ha de tenerse en cuenta al seleccionar el nivel de protección de tensión. No obstante, esta característica de los SPD también facilita la coordinación con otros SPD y puede llegar a suprimir la necesidad de elementos en serie en un circuito de protección. En combinación con otros componentes MOV, se supone que el MOV situado en el lado de línea de la protección secundaria desvía la mayor parte de una descarga y debe tener la tensión de fijación más baja, en contradicción con las prácticas actuales. Cuanto más baja sea la tensión de fijación más baja será la energía desarrollada en un componente. Este método permite la utilización de varistores de protección secundaria más pequeños y baratos.

Como los demás dispositivos de limitación de la tensión, los MOV deben utilizarse principalmente como componentes de protección inherentes secundarios. Si se utilizan como protección primaria, la elevada tensión residual transfiere una amplia parte no especificada de la energía de la descarga al dispositivo de protección secundario. Si están expuestos a corrientes excesivas o a un gran número de descargas pequeñas, puede disminuir su nivel de protección nominal y este proceso de envejecimiento se ha de tener en cuenta.

7.2.2.2 Diodos zener

Los diodos zener se utilizan como SPD secundarios y en aplicaciones en tarjetas de circuitos impresos, donde su tamaño reducido y rapidez de respuesta sirven para proteger circuitos integrados sensibles. Los zener funcionan como elementos de protección anterior o posterior. También se combinan a menudo en una configuración adosada para crear un circuito bidireccional.

Los zener no experimentan degradaciones de sus características como los varistores y los descargadores de gas, pero tienen una capacidad muy inferior para soportar grandes descargas de corriente. Tienen un umbral de tensión mucho más preciso que los varistores.

7.3 Dispositivos de limitación de la corriente

Los dispositivos de limitación de la corriente reaccionan a sobrecorrientes de amplitud y duración determinadas. Tienen una respuesta lenta y no están destinados a funcionar con fenómenos transitorios como los causados por las descargas de rayo, ya que su tiempo de restablecimiento puede ser bastante largo o incluso, como en el caso de los fusibles, infinito. Su objeto es principalmente limitar los fallos en los circuitos electrónicos en caso de inducciones de energía de larga duración (varios segundos o más) y de contactos con la red eléctrica o un bus de suministro de corriente continua.

En los dispositivos con autorestablecimiento, el tiempo de restablecimiento al valor original de impedancia en serie de los componentes de coeficiente de temperatura positivo (PTC, *positive temperature coefficient*) puede compensarse utilizando un dispositivo de baja resistencia en serie con una resistencia bobinada o de tipo similar para obtener la resistencia total en serie necesaria.

El tiempo de restablecimiento de un PTC depende de los parámetros siguientes:

- condiciones ambientales;
- proximidad de otros componentes de temperatura elevada;
- tiempo de aplicación de la sobrecorriente;
- dimensiones físicas del PTC;
- material de revestimiento del PTC.

Debido a su sensibilidad al calor, las resistencias PTC se pueden integrar con otro componente para formar un híbrido. En esos híbridos, el acoplamiento térmico de las resistencias PTC al otro componente es fuerte. Actualmente existen dos híbridos de ese tipo:

- a) Resistencia y PTC montados en serie que permiten:
 - tiempo de activación más rápido del elemento PTC;
 - mejor equilibrio longitudinal utilizando una resistencia ajustable;
 - tiempo más corto para la reiniciación.
- b) MOV (en paralelo) y PTC (en serie) que permiten:
 - tiempo de activación más rápido del elemento PTC;
 - eliminación del calor disipado en el MOV.

En su estado de alta resistencia el dispositivo tendrá que soportar las sobretensiones especificadas en el Cuadro 1/K.20.

Los PTC se montan en serie con la línea y, si están conectados antes de la protección secundaria, pueden servir de resistencias de coordinación durante las descargas. No obstante, cabe observar que algunos PTC tienen una capacitancia relativamente elevada, lo cual disminuye la impedancia para los fenómenos transitorios rápidos. Los PTC utilizados como resistencias de coordinación deben permanecer estables durante un impulso de corriente de rayo.

Con respecto a los fusibles de línea normales, los PTC tienen la ventaja de poderse restablecer después de una tensión excesiva. No obstante, es importante que los componentes se restablezcan a valores muy diferentes de los medidos antes de la carga. El desequilibrio del bucle depende de la diferencia $\Delta R = R_a - R_b$, siendo R_a y R_b los valores de las resistencias del PTC en las ramas a y b. Para limitar la pérdida de conversión longitudinal, los PTC seleccionados siempre deben estar adaptados unos a otros. Los equipos de conmutación modernos pueden compensar automáticamente el cambio de valor de los PTC, pero esta capacidad suele estar limitada a unos pocos ohmios.

En la Recomendación K.30 «Termistores de coeficiente de temperatura positivo» se indica detalladamente cómo calcular los requisitos de esos dispositivos.

7.4 Dispositivos aislantes

Los dispositivos aislantes se utilizan para proteger los equipos contra sobretensiones en modo común. No están definidos formalmente como SPD pero pueden impedir eficazmente los daños causados por las sobretensiones.

En las líneas de señal pueden utilizarse unos transformadores especialmente diseñados para aislar los equipos de comunicaciones con respecto a una red sometida a una elevación de potencial debida a fallos en plantas de alta tensión. Con una tensión de ruptura de aislamiento entre devanados de decenas de kV, esos transformadores también resisten a la mayoría de los fenómenos transitorios inducidos por el rayo.

Estos dispositivos de aislamiento eléctrico pueden instalarse fácilmente en las instalaciones de abonado próximas a estaciones de suministro de energía o en zonas rurales con niveles keraúnicos elevados.

Los dispositivos de aislamiento óptico proporcionan un aislamiento de unos pocos kV. Los aisladores ópticos y algunos aisladores eléctricos pueden transferir señales de corriente continua. Pueden utilizarse dispositivos de aislamiento óptico y transformadores especialmente diseñados para mitigar interferencias de bajo nivel.

Algunos aisladores eléctricos tienen la ventaja de poderse telealimentar mientras que los aisladores ópticos tienen que conectarse a la red.

8 Modos de operación de los dispositivos de protección

8.1 Dispositivos de fijación

Cuando un SPD está cargado con ráfagas excesivas, siempre debe saltar de forma segura. Un SPD que salta en modo de transición, es decir, con alguna resistencia en serie, puede generar un calor tal que provoque un incendio en una placa de circuito impreso u otros materiales circundantes.

La mayoría de los componentes de estado sólido saltan en modo cortocircuito pero pueden cambiar al modo de circuito abierto con corrientes de larga duración. También es el caso de los MOV.

En el mercado hay descargadores de gas que saltan en modo abierto y otros que saltan en cortocircuito. Estos últimos son intencionalmente sensibles al calor y contienen un metal especial o compuesto aislante que se funde y junta los electrodos.

La selección del modo en que saltan estos dispositivos depende de la aplicación. Los SPD primarios con baja capacidad de corriente de descarga saltan en cortocircuito para desviar las descargas subsiguientes y proteger al equipo o a sus componentes de protección inherentes. La mayoría de los tubos de gas utilizados en los repartidores principales resisten a casi todas las corrientes de corta duración pero pueden quedar sobrecargados por corrientes continuas si las líneas de señalización están en contacto directo con la red eléctrica. Una ventaja de los dispositivos que saltan en modo cortocircuito es que los daños se localizan fácilmente. Un inconveniente es la posible necesidad de elementos fusibles complementarios.

Algunos equipos de abonado, como los contestadores automáticos o las centralitas automáticas privadas más pequeñas, tienen tubos de gas o varistores de protección incorporados en los circuitos de señalización. Para limitar las sobretensiones en modo común con respecto a la red de baja tensión, los SPD están conectados equipotencialmente a la toma de tierra de protección de los equipos. Si los SPD están conectados equipotencialmente a los conductores activos de la red de alimentación eléctrica, deberá evitarse el modo cortocircuito, ya que se compromete la seguridad personal del usuario y del personal de telecomunicaciones que trabaja en planta exterior o en los centros de conmutación.

La tensión de fijación en corriente continua de esos SPD debe establecerse por encima del valor máximo de tensión de cresta de la red de alimentación eléctrica, por motivos de seguridad (véase la cláusula 10).

8.2 Dispositivos de limitación de la corriente

Los dispositivos de limitación de la corriente como los fusibles, PTC o resistencias conectados en serie con la línea, saltan preferentemente en modo de circuito abierto para garantizar una interrupción de la corriente. En algunos casos puede ser necesario integrar una indicación de alarma en los circuitos vitales o para avisar de posibles tensiones peligrosas en la línea.

9 Ubicación y montaje de los SPD

La eficacia de las medidas de protección depende mucho de la ubicación y la técnica de montaje de los SPD.

Generalmente, es muy importante que todos los SPD destinados a mitigar transitorios con pendiente de subida pronunciada tengan hilos conductores cortos. Las grandes caídas de tensión inductiva en las conexiones de los SPD pueden rebasar fácilmente la tensión de ruptura o residual del propio dispositivo de protección.

Los equipos de conmutación siempre deben poder soportar en la planta de cable del edificio interferencias inducidas por fuentes internas o externas como descargas de rayo próximas.

Los fenómenos transitorios creados internamente por descargas electrostáticas o GDT activados son muy rápidos. Para mitigar esas interferencias los SPD secundarios deben poseer un tiempo de respuesta rápido y estar bien conectados equipotencialmente a un apantallamiento eficaz en la interfaz del equipo. Si no se pueden conectar equipotencialmente a un buen apantallamiento, los SPD tendrán un efecto muy limitado a frecuencias elevadas.

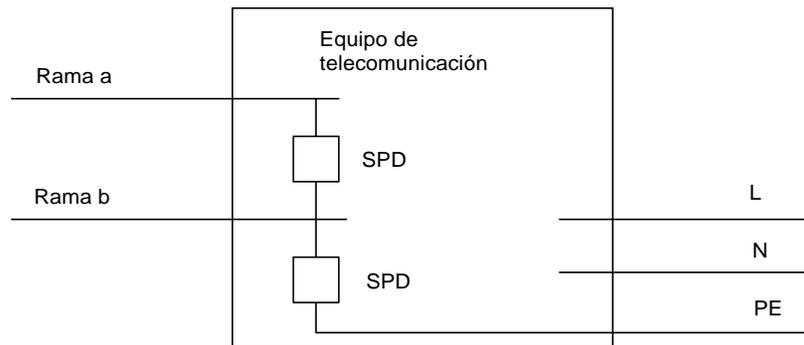
Las sobrecorrientes transitorias sustanciales originadas en la planta exterior deben ser desviadas a tierra vía el plano de referencia local por los SPD primarios, que deben instalarse en el límite exterior del volumen que se ha de proteger.

Los SPD en las entradas de cable sirven para impedir que sobretensiones y sobrecorrientes excesivas alcancen al equipo electrónico, pero también para limitar las sobretensiones en los cables entrantes. Por lo tanto, es importante que el apantallamiento de los cables esté conectado equipotencialmente a la toma de tierra común de los SPD con el hilo más corto posible.

10 Consideraciones de seguridad

Los SPD conectados a una red de baja tensión en la entrada de edificios de abonados y los SPD inherentes a los equipos de abonado cumplirán los requisitos eléctricos de la publicación 950 de la CEI o de reglamentaciones nacionales. El objeto de los requisitos es impedir lesiones causadas por contactos fortuitos entre la instalación de baja tensión de corriente alterna y los circuitos del equipo de telecomunicaciones. Se especificará una tensión mínima de ruptura en corriente continua/alterna de esos SPD para mantener el aislamiento a un nivel seguro.

Al elegir la tensión de ruptura nominal, se tendrán en cuenta las tolerancias de la tensión eléctrica así como las tolerancias de los SPD. Véase la Figura 1.



T0507010-96/d01

FIGURA 1/K.36

Equipo con dispositivos de protección inherentes conectado al conductor de protección a tierra (PE) interno

11 Consideraciones generales sobre los costes de instalación y mantenimiento

La necesidad de medidas de protección se basa en una evaluación del riesgo, que consiste en analizar cuidadosamente las condiciones ambientales de la planta de telecomunicaciones de que se trate. Hay que recordar que la utilización de las SPD es sólo una parte de la protección y debe coordinarse de forma apropiada con medidas de filtrado, apantallamiento, puesta a tierra y conexión.

Los costes máximos aceptables de las medidas de protección total dependen en sumo grado de las pérdidas de servicio tolerables, y no tanto del valor del equipo destruido. No obstante, deben reducirse al mínimo los costes de instalación de los SPD y prever los costes de mantenimiento o sustitución.

Se supone que los SPD montados en repartidores principales o en bloques terminales de planta exterior están instalados para por lo menos diez años y sobrevivirán a menudo al equipo que han de proteger y que habrá que sustituir debido a la rápida evolución de las técnicas de transmisión. Los SPD de alta calidad siempre son rentables, ya que el mantenimiento y control de dispositivos baratos de baja calidad puede resultar muy caro, especialmente en lugares alejados y en instalaciones de usuario.