



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

K.28

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

**PROTECCIÓN CONTRA
LAS PERTURBACIONES**

**CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE
SEMICONDUCTORES UTILIZADAS PARA LA
PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE
TELECOMUNICACIONES**

Recomendación K.28



Ginebra, 1991

PREFACIO

El CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico) 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 Asamblea Plenaria del CCITT, que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiarse y aprueba las Recomendaciones preparadas por sus Comisiones de Estudio. La aprobación de Recomendaciones por los miembros del CCITT entre las Asambleas Plenarias de éste es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 2 del CCITT (Melbourne, 1988).

La Recomendación K.28 ha sido preparada por la Comisión de Estudio V y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 2 el 18 de marzo de 1991.

NOTA DEL CCITT

En esta Recomendación, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación de telecomunicaciones reconocida.

© UIT 1991

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.

Recomendación K.28

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE SEMICONDUCTORES UTILIZADAS PARA LA PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIONES

Prefacio

Un estudio cuidadoso del entorno eléctrico en que debe funcionar el equipo telefónico ha llevado a la conclusión de que es posible construir ahora dispositivos de semiconductores lo suficientemente robustos para servir de protectores primarios. Los dispositivos semiconductores permiten un control estable de las sobretensiones dentro de tolerancias muy precisas, característica que no varía con el tiempo ni con la tasa de actividad dentro de los límites de la capacidad prevista. Además, el ruido de circuito que introducen en los circuitos que protegen es insignificante.

Estos dispositivos de semiconductores para la protección primaria contra sobretensiones están siendo objeto de ensayos a gran escala, por lo que esta Recomendación ofrece orientaciones detalladas sobre las características de calidad que conviene prever al fabricarlos y adquirirlos. Dichos ensayos no están terminados aún y se procede a efectuar aplicaciones preliminares, por lo que cabe la posibilidad de que cambien algunos detalles de la tecnología en función de los resultados. El CCITT, no obstante, considera que el tema es lo suficientemente importante y estable para publicar una Recomendación sobre esta nueva tecnología, con la finalidad de dar a conocer a una audiencia más numerosa los ensayos y aplicaciones iniciales de estos dispositivos e informar a sus eventuales usuarios acerca de sus ventajas e inconvenientes.

0 Introducción

El objeto de la presente Recomendación es ofrecer orientaciones técnicas a los compradores y fabricantes de unidades protectoras de semiconductores (UPS), a fin de garantizar el correcto funcionamiento de estos dispositivos en las aplicaciones a que están destinados. La figura I-1/K.28 muestra unidades de este tipo.

Se espera que la presente Recomendación sirva de base para la armonización de las especificaciones establecidas por los fabricantes de unidades protectoras de semiconductores (UPS) y las entidades encargadas de la explotación de las redes.

Sólo se especifican requisitos mínimos para las características esenciales. Como es posible que ciertos usuarios tengan que prever entornos diferentes o se vean sujetos a condiciones de explotación, objetivos de servicio o condicionamientos económicos distintos, los requisitos de la presente Recomendación podrán modificarse, o se podrá añadir otros requisitos para adaptarla a condiciones especiales. Corresponde a las Administraciones clasificar el entorno en que ha de funcionar un determinado dispositivo, atendiendo a los factores comerciales, económicos y técnicos.

Los requisitos que se formulan en esta Recomendación pueden hacer necesario un análisis estadístico de muestras de protectores. A tal efecto se puede recurrir a las técnicas de análisis estadístico de uso corriente, por lo que no se expone aquí dicho método de análisis.

1 Campo de aplicación

La presente Recomendación se aplica a las unidades protectoras de semiconductores destinadas a la protección primaria de circuitos de telecomunicación contra las sobretensiones debidas al rayo y a perturbaciones de líneas de energía eléctrica, de conformidad con la Recomendación K.11. Trata del tipo de unidades protectoras de semiconductores que limitan la tensión entre la línea y tierra a unos pocos voltios al circular una corriente suficiente como para activar el dispositivo.

No trata los siguientes aspectos:

- montajes de las UPS y su efecto en las características de estas unidades;
- protectores de semiconductores conectados en serie con resistencias que varían en función de la tensión para limitar las corrientes en sistemas de energía eléctrica;
- dimensiones físicas;
- requisitos en materia de garantía de calidad;
- unidades que contienen bobinas térmicas.

2 Definiciones

Véase el anexo A.

3 Requisitos ambientales

Las unidades protectoras de semiconductores deben funcionar correctamente y deben soportar el almacenamiento dentro de las gamas de temperatura y humedad establecidas para la aplicación prevista. La gama de temperatura establecida debe estar comprendida entre los valores extremos de $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $+65\text{ }^{\circ}\text{C}$. La gama de humedad establecida debe estar comprendida entre los valores extremos de 0 y 95% de humedad relativa.

4 Requisitos eléctricos

4.1 Limitación máxima de tensión

Cuando se la somete a prueba de acuerdo con el § 5.1, la limitación de tensión de la UPS no debe encontrarse fuera de los límites indicados en el cuadro 1/K.28.

CUADRO 1/K.28

Límites máximos de limitación de tensión

Limitación máxima de tensión con la rapidez de subida indicada		
(100 V/s a 100 kV/s)	100 V/ μs	1 kV/ Ωs
400 V	400 V	400 V

Nota – La limitación máxima de tensión puede quedar determinada por los requisitos de protección del equipo (por ejemplo, Recomendación K.21 ó K.20) o por las posibilidades que ofrece la tecnología. Los valores indicados son típicos.

4.2 Limitación mínima de tensión

Cuando se la somete a prueba de acuerdo con el § 5.2, la corriente que circula por la UPS no debe exceder los valores indicados en el cuadro 2/K.28 para el límite de tensión especificado.

CUADRO 2/K.28

Requisitos en materia de limitación mínima de tensión

Valor de cresta máximo de la rampa de tensión (V)	Valor nominal de R_1 ($k\Omega$)	Corriente máxima medida (mA)
265	1,0	20

Nota – El límite mínimo de tensión viene determinado por la suma de las tensiones máximas de timbre, batería e inducción a largo plazo a 50/60 Hz. Se fija la corriente en el valor con el que no funcione un mecanismo de corte de llamada (timbre) o que no cargue indebidamente el dispositivo de timbre. Los valores indicados son valores típicos y conviene señalar que esta Recomendación podrá modificarse con arreglo a las condiciones locales.

4.3 Resistencia de aislamiento

4.3.1 Esta prueba mide el efecto de dos parámetros simultáneamente, a saber, la fuga de la unión de semiconductores y la resistencia de aislamiento.

4.3.2 Cuando la prueba se efectúa de acuerdo con el § 5.3, los valores de la fuga y la resistencia de aislamiento combinadas no deben quedar fuera de los indicados en el cuadro 3/K.28.

CUADRO 3/K.28

Resistencia de aislamiento mínima

Tensión de prueba en continua (V)	Valor mínimo de R_1 (Ω)
50	10^8
100	$50 \cdot 10^6$
200	$165 \cdot 10^3$

Nota 1 – Deben aplicarse tensiones con ambas polaridades.

Nota 2 – Debe limitarse la corriente de la fuente a 10 mA como máximo a 200 V en continua, y en forma proporcional en otras tensiones de prueba.

Nota 3 – El límite de 200 V tiene en cuenta niveles de tensión que pueden aplicarse a algunas líneas para fines operativos concretos.

4.4 Capacidad

La capacidad entre cada par de electrodos (excluida la capacidad de la unidad protectora) no debe exceder de 200 picofaradios (pF) cuando la prueba se efectúa de acuerdo con el § 5.4 a una frecuencia de 1 MHz.

4.5 Reposición tras una onda de choque

La unidad protectora de semiconductores (UPS) debe volver a su estado de alta impedancia en menos de 30 ms cuando la prueba se efectúa de acuerdo con el § 5.5, utilizando, para los parámetros aplicables a la figura 1/K.28, los valores de la fila o filas apropiadas del cuadro 4/K.28. La fila debe elegirse con arreglo a la aplicación prevista de la UPS.

CUADRO 4/K.28

**Parámetros del circuito para la prueba de reposición
tras una onda de choque**
(véase la figura 1/K.28)

PS ₁ (V)	R ₃ (Ω)	R ₂ (Ω)	C ₁ (μF)
52	200	Nota 5	Nota 5
135	690	150	0,1
80	330	150	0,1

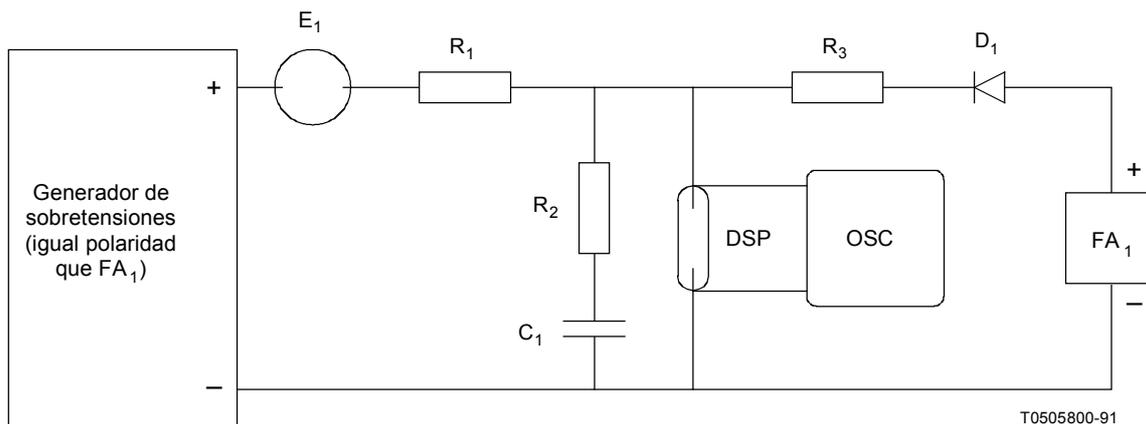
Nota 1 – La prueba debe efectuarse con un generador de sobretensiones que tenga una tensión de cresta en circuito abierto de 1 kV como mínimo y que pueda producir una sobreintensidad de cortocircuito de 25 A (véase el § 5.5) con una onda de 10/1000 μs o de 10/700 μs.

Nota 2 – Todas las pruebas exigidas deben efectuarse con ambas polaridades entre línea y tierra.

Nota 3 – Cuando la UPS vaya a utilizarse en hilos tanto de punta como de nuca, la sobreintensidad descrita en la nota 1 puede aplicarse simultáneamente a los hilos de punta y nuca. Deben utilizarse los parámetros adecuados de reposición del circuito tras una onda de choque.

Nota 4 – El valor de di/dt no debe exceder nunca de 30 A/μs.

Nota 5 – Se omiten estos elementos en esta prueba.



- FA₁ Fuente de alimentación de tensión constante
- E₁ Entrehierro aislante o equivalente
- C₁ Condensador facultativo para simular las condiciones de aplicación
- R₁ Resistencia limitadora del impulso, o red de conformación de la onda
- R₂ Resistencia facultativa para simular la resistencia del circuito
- R₃ Resistencia de limitación de corriente en continua
- OSC Osciloscopio
- DSP Dispositivo sometido a prueba
- D₁ Diodo

FIGURA 1/K.28

Prueba de reposición tras una onda de choque

4.6 *Variación de la corriente*

Quando la prueba se efectúa de acuerdo con el § 5.6, la UPS no debe cortocircuitarse y debe satisfacer el requisito de limitación máxima de tensión indicado en el § 4.1 tras la aplicación de la onda de choque.

4.7 *Pruebas de vida útil en presencia de sobrecorrientes*

4.7.1 Las UPS deben medirse de acuerdo con el § 5.7 para determinar su comportamiento en presencia de corrientes de choque y de corrientes de 50/60 Hz. Deben identificarse los tipos de protectores en los que se montan las UPS para su prueba, y las pruebas de vida útil deben aplicarse únicamente a las UPS destinadas a utilizarse en esos dispositivos de protección o en dispositivos similares. En el cuadro 5/K.28 se indican los requisitos. Se podrá abreviar o prescindir de las pruebas con corriente de choque de 10 A si se puede demostrar de una manera satisfactoria que el modelo no comprende ningún mecanismo sujeto a desgaste.

4.7.2 Los requisitos de vida útil indicados en el cuadro 5/K.28 pueden no ser suficientes para los protectores destinados a aplicaciones en las que estén conectados directamente a líneas de hilo desnudo o en las que deben funcionar en zonas muy expuestas.

CUADRO 5/K.28

Criterios de vida útil de las UPS en presencia de sobrecorrientes

Prueba	Corriente (nota 1)	Número mínimo de aplicaciones de la corriente especificada
Corriente de choque (nota 2)	10 A (valor de cresta)	1500(10/1000) o bien 2500(10/700)
	10 A (valor de cresta)	100(10/1000) o bien 160(10/700)
Alterna de 48-62 Hz durante 1 s	1 A (valor eficaz) 10 A (valor eficaz)	60 5
Alterna de 48-62 Hz durante 30 s	0,5 A (valor eficaz)	1

Nota 1 – Las corrientes que se indican corresponden a un par de terminales (por ejemplo, hilo de punta a tierra o hilo de nuca a tierra).

Nota 2 – El valor de di/dt no deberá exceder de 30 A/ μ s.

4.7.3 Cuando puede demostrarse que la vida útil de un dispositivo en presencia de sobrecorrientes es sensible a la temperatura, el mismo debe ensayarse de acuerdo con el § 5.7 a las temperaturas de funcionamiento máximas y mínimas previstas para la aplicación de que se trata.

5 Métodos de prueba

5.1 Limitación máxima de tensión (véase el § 4.1)

5.1.1 La corriente de prueba debe elegirse en la gama de 10 A a 100 A. La rapidez máxima de cambio de la corriente aplicada a la UPS durante toda la prueba no excederá de 30 A/ μ s. El dispositivo será probado con ondas tanto positivas como negativas.

5.1.2 Aplíquese, con la rapidez de subida especificada en el cuadro 1/K.28, una tensión de choque suficiente para producir la ruptura. Repítase la prueba con la polaridad opuesta, utilizando el mismo dispositivo. Debe dejarse transcurrir uno o dos segundos entre las aplicaciones.

5.1.3 Para la prueba con onda de choque, el generador de tensiones utilizado debe ser capaz de mantener la rapidez de subida de la tensión en circuito abierto especificada en el cuadro 1/K.28 (rapidez de subida especificada en la Publicación 60 de la CEI).

6 Recomendación K.28

5.2 *Limitación mínima de tensión* (véanse el § 4.2 y la figura 2/K.28)

El generador mostrado en la figura 2/K.28 debe aplicar una rampa de tensión de 100 V/s a 100 V/ms a los terminales del dispositivo probado. La corriente que circula por el circuito puede determinarse midiendo la caída de tensión en una resistencia de un k Ω . La tensión del generador no debe rebasar el valor indicado en el cuadro 2/K.28.

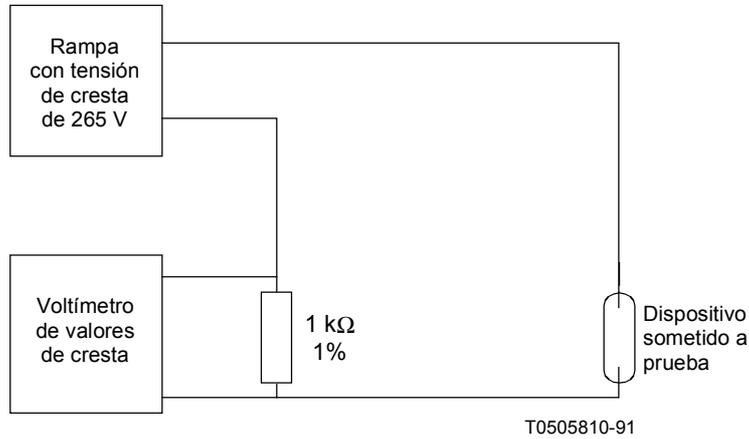


FIGURA 2/K.28

Circuito para la prueba de la limitación mínima de tensión

5.3 *Resistencia de aislamiento* (véase el § 4.3)

Debe medirse la resistencia de aislamiento y la fuga combinadas (conocidas conjuntamente como R_I) entre cada terminal de la UPS y todos los demás terminales mediante la aplicación de una fuente de tensión en continua especificada, con ambas polaridades y con los valores indicados en el cuadro 3/K.28. La resistencia de aislamiento debe medirse después de la estabilización del aislamiento o después de un minuto de aplicar la tensión, eligiéndose entre estos periodos el que termine primero. Los terminales que no participan en la medición deben dejarse sin conexión.

5.4 *Capacidad* (véase el § 4.4)

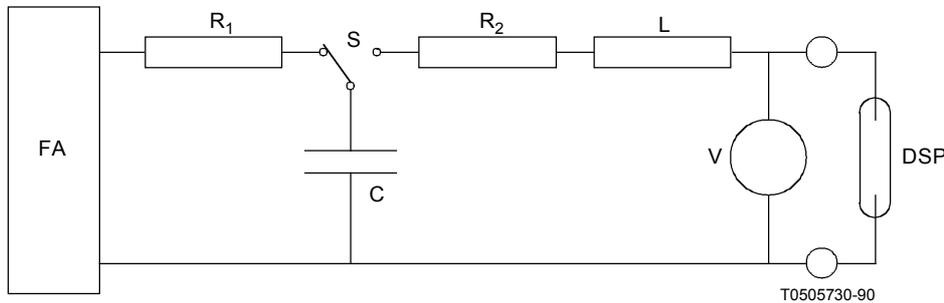
Se medirá la capacidad de la UPS entre cada uno de sus terminales y todos los demás. Los terminales que no participen en la medición se conectarán a un plano de tierra en el instrumento de medida. La tensión de medida debe ser lo suficientemente pequeña para no interferir en la medición y, en todo caso, no debe exceder de 1 V (valor eficaz).

5.5 *Reposición tras una onda de choque* (véase el § 4.5)

La corriente de choque máxima debe ser de 25 A, con una forma de onda de 10/1000 ó 10/700 medidas a través de un cortocircuito. La rapidez de cambio de la corriente aplicada a la UPS durante toda la prueba no debe ser superior a 30 A/ μ s. La corriente de choque debe aplicarse a la UPS con la misma polaridad que tiene la fuente en continua. Deben aplicarse tres ondas de choque, a intervalos no mayores de un minuto. Deben repetirse las pruebas con las conexiones de la unidad invertidas. El requisito especificado de 30 ms se refiere al periodo que debe transcurrir entre la aplicación del impulso y la reposición del dispositivo. De ser necesario, se puede desconectar de la UPS el generador de impulsos 10 ms después de la aplicación de la onda de choque.

5.6 Rapidez de variación de la corriente (véanse el § 4.6 y la figura 3/K.28)

Debe aplicarse a la UPS una sobreintensidad con una rapidez de variación de 25 A/ μ s a 30 A/ μ s y un valor máximo de 100 A, con una tensión en circuito abierto de 1 kV. Véase la figura 3/K.28. Esto debe repetirse con sobreintensidades de polaridad opuesta.



- FA Fuente de alimentación de 1 kV. La ondulación nominal en la carga y la regulación de la salida serán $\leq 3,0\%$ a plena potencia
- R₁ Resistencia de limitación de la corriente de carga de 50 k Ω
- C Condensador de carga de 1,0 μ F (no electrolítico)
- S Conmutador para iniciar la descarga
- R₂ Resistencia de limitación de la corriente de descarga (20 Ω)
- L Inductancia total del circuito de descarga. Valor nominal 20 μ H a 25 μ H
- V Voltímetro u osciloscopio para observar el cebado y las condiciones iniciales
- DSP Dispositivo sometido a prueba

Nota – Puede ser necesario variar la inductancia del circuito de descarga a fin de llevar a un valor comprendido entre 25 y 30 A/ μ s la rapidez de subida de la corriente en el instante cero. Antes de probar un dispositivo real debe efectuarse la prueba con un cortocircuito en lugar del DSP.

FIGURA 3/K.28

Circuito para la prueba de la rapidez de variación de la corriente

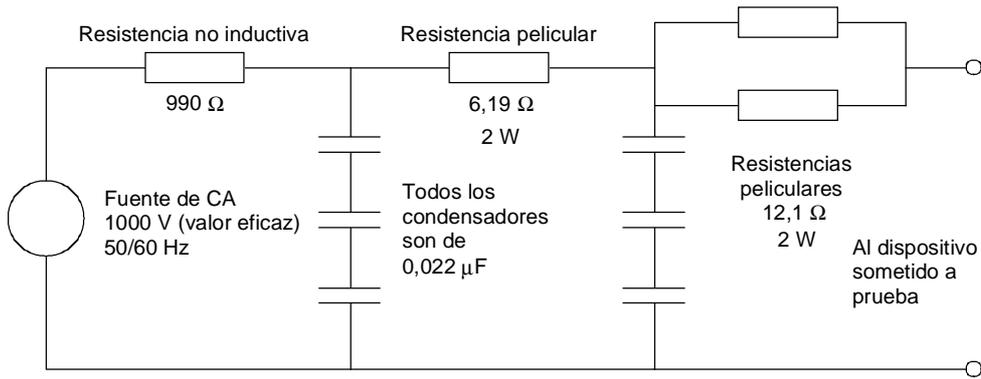
5.7 Pruebas de vida útil en presencia de sobreintensidades (véanse el § 4.7 y la figura 4/K.28)

5.7.1 Deben efectuarse pruebas de las UPS para determinar su vida útil con ondas de choque y corrientes de 50/60 Hz. Cuando se la somete a las diversas corrientes de prueba de choque y de 50/60 Hz indicadas en el cuadro 5/K.28, a una temperatura de 20 °C \pm 2 °C, la muestra debe tener una vida útil en presencia de sobreintensidades conforme al número de operaciones especificado en dicho cuadro. La mitad del número especificado de pruebas deben efectuarse con una polaridad, seguidas por la otra mitad con la polaridad opuesta. En lugar de ello, también se puede someter a prueba la mitad del número de muestras con una polaridad, y la otra mitad con la polaridad opuesta. Después de cada aplicación de las corrientes de prueba deben efectuarse pruebas del fallo de la resistencia de aislamiento y de limitación máxima y mínima de tensión. Una vez efectuados los números de operaciones especificados en el cuadro 5/K.28, como criterio de vida útil en presencia de sobreintensidades debe medirse la característica de reposición tras una onda de choque de las UPS que hayan sobrevivido hasta este punto.

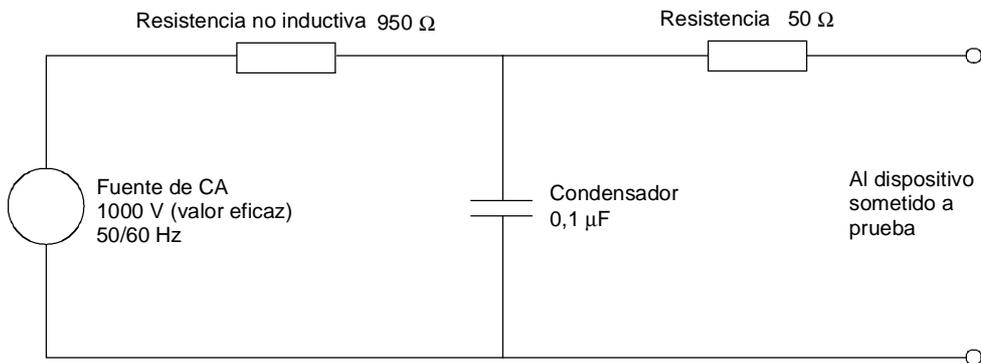
5.7.2 En las pruebas de vida útil con corrientes de choque, la tensión en circuito abierto debe ser de por lo menos 1000 V (valor de cresta). Las amplitudes de la corriente deben medirse reemplazando la UPS por un cortocircuito cuya inductancia sea mínima.

5.7.3 El circuito utilizado para efectuar la prueba con corriente alterna de 10 A (valor eficaz) debe consistir en una fuente de alimentación de 50/60 Hz conectada a un par en paralelo de resistencias limitadoras serie no inductivas, una para cada terminal de la línea. La combinación fuente-resistencia debe producir una tensión de 1000 V (valor eficaz) en condiciones de circuito abierto y una corriente de 10 A (valor eficaz) en cada terminal de línea en condiciones de cortocircuito.

5.7.4 Las pruebas con corriente alterna de 1 A deben efectuarse por medio de los circuitos mostrados en las figuras 4a)/K.28 y 4b)/K.28.



a) 1 amperio, 183 m (600 pies) de cable simulado



b) 1 amperio, 1,6 km (1 milla) de cable simulado

T0505820-91

FIGURA 4/K.28

Circuitos para las pruebas de vida útil de un segundo

5.7.5 Debe considerarse terminada la vida de un dispositivo en presencia de sobrintensidades si se da alguna de las siguientes condiciones:

- 1) Los resultados de la prueba de limitación mínima de tensión quedan fuera de los límites del cuadro 2/K.28.
- 2) Los resultados de la prueba de limitación máxima de tensión quedan fuera de los límites del cuadro 1/K.28.
- 3) La UPS no se extingue en menos de 30 ms con las combinaciones de componentes especificadas en el cuadro 4/K.28
- 4) La resistencia de aislamiento (R_I) obtenida en la prueba de duración es inferior o igual a 50 MΩ con 100 V en continua.

6 Requisitos mecánicos

6.1 Duración mecánica

Las UPS deben tener una duración mecánica suficiente para soportar los procedimientos normales de instalación y mantenimiento, así como las condiciones de transporte, almacenamiento y ambientales.

7 Alta temperatura

Las muestras deben someterse a la prueba de alta temperatura especificada a continuación, y no deben mostrar ninguna deformación, aflojamiento o degradación de ningún material 12 horas después de su vuelta a la temperatura ambiente. Las muestras deben permanecer durante siete días en un horno de circulación de aire, a la temperatura máxima de la aplicación prevista y sin ningún control de la humedad. Después del séptimo día, deben sacarse del horno y dejarse que vuelvan a la temperatura ambiente.

8 Requisitos generales de las pruebas

En esta sección se indican los criterios de comportamiento en función de los cuales deben analizarse las UPS.

- 1) Ciertas pruebas requieren una verificación previa de la resistencia de las muestras a los esfuerzos mecánicos y ambientales. También pueden ser necesarias pruebas posteriores para determinar si las muestras están todavía en condiciones de funcionar. De ser posible, deben llevarse a cabo las primeras pruebas, y las muestras que se hayan sometido a las mismas deben someterse también al programa de pruebas junto con las muestras no probadas.
- 2) Las pruebas con sobretensiones pueden producir un calentamiento de los dispositivos de semiconductores. En consecuencia, debe dejarse transcurrir un tiempo de enfriamiento suficiente entre las sobretensiones, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.
- 3) En todas las pruebas, la rapidez de variación de la corriente de descarga no debe superar los 30 A/ μ s en ningún momento ni debe excederse la corriente de cresta especificada. Se recomienda utilizar un equipo de supervisión que registre estos parámetros.

9 Identificación de las unidades

9.1 Identificación de la tensión de funcionamiento

Cada UPS debe llevar una indicación clara, permanente e inambigua de su tensión de funcionamiento nominal.

9.2 Identificación del fabricante

En cada UPS deben inscribirse en forma indeleble el nombre, el número de pieza y el código de fecha del fabricante.

9.3 Identificación del cliente

Si se solicita y acepta, debe inscribirse en cada UPS, en forma indeleble, la identificación del cliente.

10 Documentación

10.1 Cada conjunto unidades UPC debe incluir instrucciones completas para su instalación y uso (o bien deben poder obtenerse dichas instrucciones a petición).

10.2 Las instrucciones y la documentación deben indicar si los dispositivos a que se refieren deben instalarse únicamente en locales de abonados o en centros de conmutación, o si pueden instalarse en ambos lugares.

10.3 Debe proporcionarse una documentación que permita al comprador determinar la totalidad de las características estipuladas en la presente Recomendación.

11 **Informaciones que han de suministrarse con los pedidos**

El comprador deberá facilitar la siguiente información:

- a) un esquema que muestre todas las dimensiones, el acabado y los detalles de la terminación del conjunto de protección en la que se insertará la UPS;
- b) la tensión límite nominal;
- c) las marcaciones requeridas;
- d) los requisitos en materia de garantía de calidad.

ANEXO A

(a la Recomendación K.28)

Definición de las expresiones especiales utilizadas en esta Recomendación

A.1 protector de semiconductores (PS)

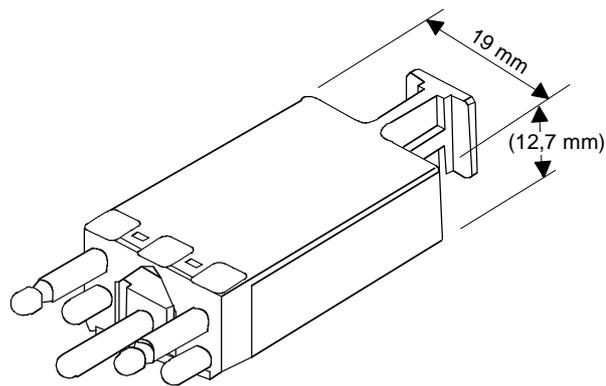
Dispositivo de semiconductores que presenta una impedancia baja cuando la tensión entre dos terminales excede un valor definido y una impedancia alta cuando desaparece dicha tensión.

A.2 unidad PS (UPS)

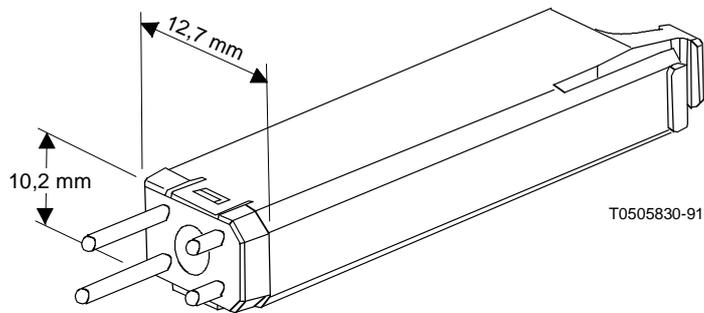
Uno o más PS montados dentro de un receptáculo que constituye una unidad fácil de identificar, comprar y probar. La función de una UPS consiste en derivar a tierra las sobretensiones cuando se encuentra instalada como protector. En la figura I-1/K.28 se muestran ejemplos de UPS.

APÉNDICE I

(a la Recomendación K.28)



a) Cajas típicas empleadas en centrales de conmutación de Estados Unidos de América



b) Cajas típicas empleadas en centrales de conmutación canadienses

Nota – Las cajas pueden contener unidades protectoras de semiconductores, de tubo de descarga de gas o de electrodos de carbón.

FIGURA I-1/K.28

Ejemplos de cajas empleadas para unidades protectoras de semiconductores

