



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.21

(10/96)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS
INTERFERENCIAS

**Inmunidad de los terminales de abonado a las
sobretensiones y sobrecorrientes**

Recomendación UIT-T K.21

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES DE LA SERIE K DEL UIT-T
PROTECCIÓN CONTRA LAS INTERFERENCIAS

Para más información, véase la Lista de Recomendaciones del UIT-T.

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.21 ha sido revisada por la Comisión de Estudio 5 (1993-1996) del UIT-T y fue aprobada por la CMNT (Ginebra, 9-18 de octubre de 1996).

NOTA

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 1997

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 Objeto de esta Recomendación	1
2 Alcance.....	1
3 Condiciones de sobretensión y sobrecorrienta.....	1
4 Demarcación del equip.....	2
5 Condiciones de las pruebas	2
6 Coordinación con la protección primari.....	2
6.1 Generalidades	2
6.2 Simulación de crestas producidas por el ray.....	3
6.3 Inducción debida a líneas de suministro de energía y contacto con las misma.....	4
7 Funcionamiento defectuoso o daños admisible s	4
8 Pruebas relativas a las crestas causadas por el rayo, la inducción procedente de líneas de suministro de energía y el contacto con las misma s	4
9 Pruebas relacionadas con las descargas electrostática s	7
10 Pruebas relacionadas con los equipos alimentados a partir de la red	7
Referencias	8

RESUMEN

En esta Recomendación se busca establecer criterios y métodos de prueba fundamentales referentes a la inmunidad de los equipos de telecomunicaciones conectados a líneas de abonados locales con relación a las sobretensiones y sobrecorrientes.

En la presente Recomendación se describen las pruebas que deberían aplicarse a los equipos que están conectados metálica y directamente a pares simétricos.

Esta Recomendación se centra en una serie de pruebas realizadas principalmente en la línea de telecomunicación y los terminales de entrada a la red de energía.

Entre los aspectos relativos a las sobretensiones y sobrecorrientes que abarca esta Recomendación se cuentan las crestas causadas por el rayo en las líneas o cerca de ellas, la inducción de corta duración causada por tensiones alternas procedentes de líneas de energía o sistemas ferroviarios electrificados adyacentes, los contactos directos entre las líneas de telecomunicación y las líneas de energía, y las descargas electrostáticas.

INTRODUCCIÓN

Esta Recomendación ha sido preparada por la Comisión de Estudio 5 para satisfacer las necesidades de las Administraciones y los fabricantes que utilizan o diseñan equipos de abonado. Se señalan a la atención del lector los temas adicionales siguientes:

- configuraciones de continuidad eléctrica y puesta a tierra; aumento del potencial con respecto a tierra, véase la Recomendación K.31;
- descargas electrostáticas, véase la Recomendación K.32;
- transitorios eléctricos rápidos y fenómenos de radiofrecuencia, véase la Recomendación K.34.

INMUNIDAD DE LOS TERMINALES DE ABONADO A LAS SOBRETENSIONES Y SOBRECORRIENTES

(Melbourne, 1988; revisada en 1995, 1996)

1 Objeto de esta Recomendación

Cuando se conecta a las líneas locales de abonado un equipo moderno de telecomunicación, éste puede ser dañado como resultado de las sobretensiones o sobrecorrientes que se producen ocasionalmente en esas líneas. La probabilidad y la magnitud de tales situaciones dependen de muchos factores, por ejemplo las condiciones geográficas y climáticas, los métodos de construcción, los efectos de apantallamiento. El equipo también puede ser dañado, o afectado en su funcionamiento, por crestas de tensión o corriente causadas por descargas electrostáticas o transitorios que se producen en las líneas de suministro de la red eléctrica. Esta Recomendación tiene por objeto establecer métodos de prueba fundamentales cuyos detalles podrán variarse para ajustarlos a las circunstancias locales particulares, y ayudarán a predecir la probabilidad de supervivencia del equipo expuesto a tales sobretensiones o sobrecorrientes.

En su forma actual, esta Recomendación describe las pruebas a que ha de someterse el equipo conectado directamente, por conexiones metálicas, a pares simétricos. Se están llevando a cabo otros estudios relativos a los equipos conectados a cables coaxiales y de fibra óptica.

En la presente Recomendación se supone que, en las zonas expuestas, los equipos disponen externamente de dispositivos de protección contra las crestas (SPD, *surge protective devices*). Cada operador decidirá por sí mismo la política que habrá de adoptar en materia de protección. Al tomar tales decisiones han de seguirse las orientaciones proporcionadas por las Recomendaciones K.11 y K.39 y ha de tenerse en cuenta la ruta que recorren las líneas hasta llegar al equipo, además de su ubicación.

En esta Recomendación se supone que las configuraciones de puesta a tierra y continuidad eléctrica se ajustan a la Recomendación K.31.

2 Alcance

Esta Recomendación trata principalmente de los equipos de sobremesa. La Recomendación K.20 trata de los equipos de conmutación alimentados por batería central. Para equipos de abonado de mayor complejidad, los operadores deberán aplicar la Recomendación K.20 o K.21, según proceda.

La presente Recomendación sólo se refiere a las pruebas de equipos tipo. Dada la dificultad de someter a prueba un elemento complejo del equipo de abonado, esta Recomendación se centra en una serie de pruebas que se efectúan principalmente en los terminales de entrada de la línea de telecomunicación y de la línea eléctrica. Tales pruebas deben hacerse en cualquier etapa que se elija durante el uso normal del equipo.

Dado que el equipo puede utilizarse en un entorno expuesto o no expuesto, las pruebas se efectúan con dispositivos de protección de línea instalados y sin ellos.

Las pruebas relativas a las crestas causadas por el rayo suponen que puede efectuarse una conexión eléctrica entre el terminal de tierra del sistema de alimentación en energía y la puesta a tierra del equipo de telecomunicación.

Las pruebas referentes a la inducción causada por líneas de energía y al contacto con líneas de energía se aplican a los efectos longitudinales y transversales.

La presente Recomendación trata principalmente de la inmunidad del equipo y, si bien puede proporcionar cierto nivel de seguridad, no es suficiente por sí misma para proteger plenamente al usuario. En cada país en que se utilicen los equipos deberán aplicarse las normas nacionales de seguridad eléctrica.

3 Condiciones de sobretensión y sobrecorriente

Los aspectos de las sobretensiones y sobrecorrientes de que trata la presente Recomendación son los siguientes:

- crestas causadas por descargas de rayo directas o indirectas en las líneas o en sus proximidades;
- inducción de corta duración procedente de líneas de distribución de energía eléctrica o sistemas de tracción ferroviaria adyacentes, por lo general cuando en dichas líneas o sistemas se producen averías;

- contactos directos entre las líneas de telecomunicación y las líneas de energía eléctrica, por lo general de baja tensión;
- descargas electrostáticas generadas por los usuarios al tocar el equipo o las instalaciones adyacentes;
- crestas transitorias en la línea de suministro de energía al equipo.

Se reconoce que las crestas causadas por el rayo influyen generalmente en todos los conductores de una línea de abonado. Puede haber sobretensiones o sobrecorrientes simultáneamente en todos los pares de entrada del terminal de abonado, produciéndose corrientes importantes en el cableado o los componentes comunes. Estas condiciones se contemplan en la prueba relativa a las crestas simultáneas producidas por el rayo que figura en cuadro 1, N.º 1c). Esta prueba se aplica únicamente a las centralitas privadas con líneas analógicas desde la central de conmutación.

4 Demarcación del equipo

La variedad de equipos hace que haya que considerar cada unidad como una «caja negra» dotada de tres o más terminales, A, B, etc. y E (tierra). Es posible que algunos dispositivos de protección hayan sido incorporados ya en el equipo, por ejemplo distribuidos en tarjetas de circuitos impresos, o conectados a terminales internos.

A efectos de estas pruebas, se supone que los fabricantes deben definir las demarcaciones de la «caja negra» y se considerará que todo dispositivo de protección incluido en ella constituye una parte inmutable del equipo. De haber algún conductor auxiliar de telecomunicación, por ejemplo hacia una extensión o como una tierra de señalización, debe considerarse que tales hilos son otros tantos terminales que han de someterse a prueba, es decir: A, B, C, D, etc., y E (tierra).

5 Condiciones de las pruebas

Las condiciones generales siguientes son válidas para todas las pruebas especificadas en las cláusulas 8, 9 y 10, salvo que se indique lo contrario.

5.1 Todas ellas son pruebas de equipos tipo.

5.2 El fabricante debe identificar los terminales de entrada en que han de realizarse las pruebas del equipo y los señalará como A, B, C, D, etc. y tierra.

5.3 Para las pruebas especificadas en las cláusulas 8 y 10 únicamente, el equipo debe ser envuelto con una lámina delgada alrededor de las zonas en las que haya probabilidad de contacto humano durante el uso, lámina que se conectará al terminal de tierra.

5.4 El equipo debe ser probado en cada modo de funcionamiento de duración apreciable.

5.5 El equipo debe poder pasar las pruebas que figuran en las cláusulas 8 y 10 dentro de las gamas de temperatura, humedad relativa y presión del uso a que esté destinado.

5.6 En los casos en los que se especifica una tensión máxima, las pruebas deben hacerse también con tensiones menores, si ello es necesario para confirmar que el equipo resistirá cualquier tensión hasta el valor máximo especificado.

5.7 Cada prueba debe aplicarse el número de veces indicado en el Cuadro 1. El intervalo de tiempo entre dos aplicaciones sucesivas debe ser de un minuto y, en el caso de las pruebas con impulsos, los impulsos sucesivos serán de polaridades opuestas.

5.8 Las pruebas relativas a la inducción provocada por una línea eléctrica deben efectuarse a las frecuencias utilizadas en cada país en la red de energía en alterna o en los ferrocarriles electrificados.

6 Coordinación con la protección primaria

6.1 Generalidades

Algunas de las pruebas que figuran en el Cuadro 1 requieren la adición de protección primaria. Es corriente proteger las líneas de abonado expuestas con algún SPD, como por ejemplo los tubos con descarga de gas. El mejor sitio para insertar la protección primaria es el borde del edificio. Las características del SPD externo serán conformes a los requisitos de las Recomendaciones K.12 y K.28 respectivamente. Debería utilizarse el mismo tipo para el funcionamiento y para las pruebas de los equipos.

Después de completar cada secuencia de pruebas, puede utilizarse un nuevo conjunto de protectores.

6.2 Simulación de crestas producidas por el rayo

La protección primaria, cuando está activada, tiene dos efectos, a saber:

- Limita la tensión máxima aplicada al equipo y, por consiguiente, según la impedancia interna de éste, la corriente máxima que debe soportar.
- Produce un cambio muy rápido de U y de I que, por efectos inductivos o capacitivos, puede llegar hasta partes sensibles de los equipos de abonado que aparentemente no están expuestas a las tensiones de línea.

La coordinación se logra cuando el SPD primario es activado realizando pruebas con U_C por debajo de 4 kV y el equipo satisface el criterio A de la presente Recomendación cuando es probado de conformidad con el procedimiento de prueba que figura en 5.6.

Si la protección primaria no está activada, debe prestarse atención al valor de las corrientes que pueden circular en la red de cableado. Corrientes importantes en la red de cableado interno pueden perturbar otros equipos. En la Recomendación K.31 se describe la puesta a tierra y la continuidad eléctrica dentro de un edificio de abonado, y se trata la coordinación con los dispositivos de protección eléctrica.

6.3 Inducción debida a líneas de suministro de energía y contacto con las mismas

La impedancia con relación a tierra de las entradas a y b de los equipos de abonado es normalmente alta. Sin embargo, la impedancia de entrada entre los hilos a y b puede ser baja.

La tensión en la impedancia con relación a tierra durante la prueba de inducción causada por líneas de suministro de energía puede activar la protección primaria. Como se menciona en la Recomendación K.11, el SPD en los dos hilos de un par puede no funcionar simultáneamente y, de esta manera, puede producirse un impulso transversal. En ciertas condiciones, especialmente si el equipo que ha de protegerse tiene una impedancia baja, el funcionamiento de un SPD puede impedir el funcionamiento del otro, y puede permanecer una tensión transversal mientras haya tensiones longitudinales en la línea.

La impedancia de entrada del equipo de abonado puede ser baja en varias circunstancias:

- Cuando el equipo de abonado está en el estado descolgado.
- Cuando la protección secundaria contra sobretensiones entre las entradas a y b del equipo de abonado es activada.

Por consiguiente, una prueba transversal relativa a la inducción por líneas de suministro de energía y al contacto con las mismas es realizada en los equipos de abonado.

7 Funcionamiento defectuoso o daños admisibles

Se admiten dos niveles de funcionamiento defectuoso o daños:

- Criterio A – El equipo deberá resistir la prueba sin daños u otras perturbaciones (por ejemplo, el deterioro del soporte lógico o el funcionamiento incorrecto de los dispositivos de protección contra averías) y funcionar correctamente dentro de los límites especificados después de haber terminado la prueba. No es preciso que funcione correctamente durante la prueba.
- Criterio B – No debe haber peligro de incendio en el equipo como consecuencia de las pruebas. Todo daño o funcionamiento defectuoso permanente que pueda producirse debería quedar circunscrito a un pequeño número de circuitos de interfaz para líneas exteriores.

8 Pruebas relativas a las crestas causadas por el rayo, la inducción procedente de líneas de suministro de energía y el contacto con las mismas

Los circuitos de prueba utilizados para las tres condiciones de sobretensión o sobrecorriente son los siguientes:

- Figuras 1 y 2: crestas causadas por el rayo;
- Figura 3: inducción procedente de una línea de suministro de energía;
- Figura 4: contacto con una línea de suministro de energía.

El equipo debe ser sometido a prueba con arreglo al Cuadro 1.

En la Figura 1 se muestra el circuito de prueba para crestas causadas por el rayo en un solo puerto. Su tensión en circuito abierto tiene una forma de onda de 10/700 μ s.

En la Figura 2 se muestra el circuito para la prueba de crestas simultáneas en todos los pares de entrada.

Se requieren elementos de desacoplamiento (por ejemplo, diodos) entre el generador de crestas y el equipo sometido a prueba para evitar un cortocircuito de los terminales de entrada del equipo.

NOTA – Los elementos de desacoplamiento utilizados en las pruebas se seleccionarán de manera que tengan una influencia mínima sobre la forma de onda del generador en lo concerniente a los perfiles de forma de onda, tensión y corriente.

La prueba relativa a la inducción causada por líneas de suministro de energía se realizará con protección primaria y sin ella.

Han de aplicarse las siguientes condiciones de prueba en las pruebas sin protección primaria (de conformidad con la Figura 3 y el Cuadro 1, N.º 2):

$$U_{c.a.(máx)r.m.s.} = 600 \text{ V, } t = 200 \text{ ms, } R = 600 \Omega$$

Las condiciones de prueba con protección primaria abarcan en el caso normal, conforme a la Figura 3 y al Cuadro 1, N.º 2, los valores siguientes:

$$U_{c.a.(máx)r.m.s.} = 600 \text{ V, } t = 1000 \text{ ms, } R = 600 \Omega$$

Las condiciones de prueba normales con protección primaria pueden adaptarse a las condiciones locales variando los parámetros de prueba dentro de los límites siguientes, de manera que se cumpla $I^2t = 1 \text{ A}^2\text{s}$:

$$U \quad 300 \text{ V} \leq U_{c.a.(máx)r.m.s.} \leq 600 \text{ V}$$

$$t \quad \leq 1000 \text{ ms}$$

R ha de ajustarse después del cálculo de I^2t (a los efectos de este cálculo, se considera que la resistencia de entrada del equipo en prueba es igual a 0)

I es la corriente que circula por cada terminal de salida del generador.

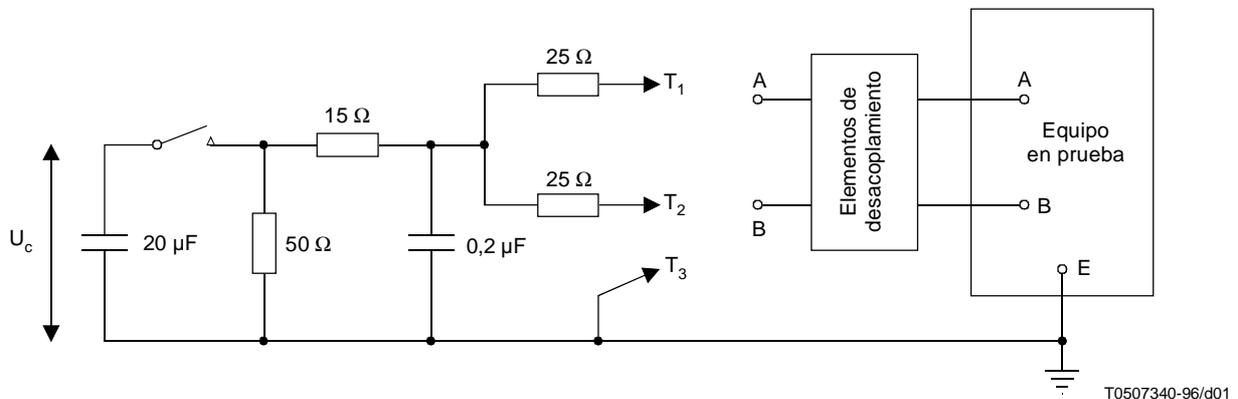


Figura 1/K.21 – Circuito de prueba para crestas causadas por el rayo en una sola entrada

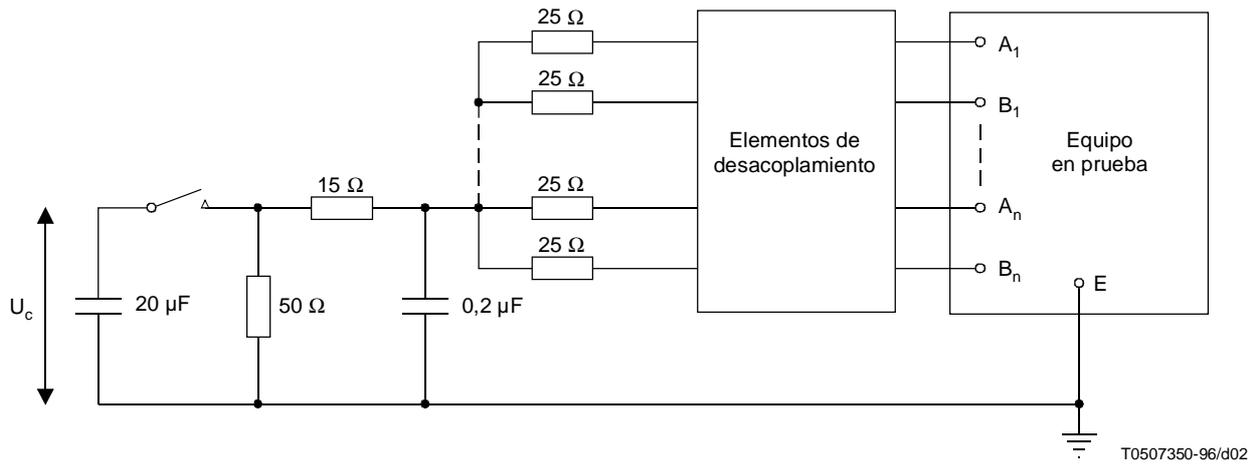


Figura 2/K.21 – Circuito de prueba para crestas simultáneas causadas por el rayo en todas las entradas

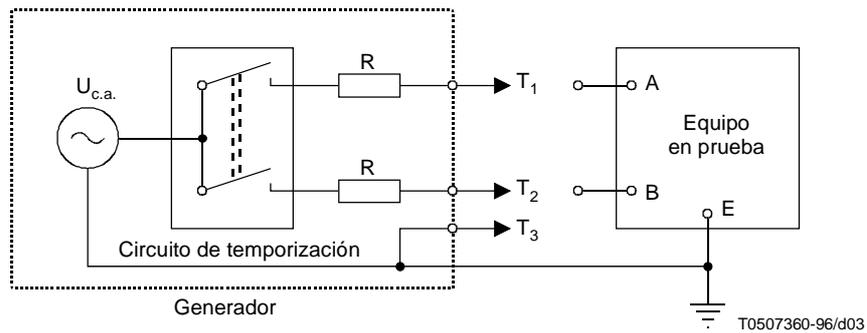


Figura 3/K.21 – Circuito de prueba para la inducción causada por líneas de suministro de energía

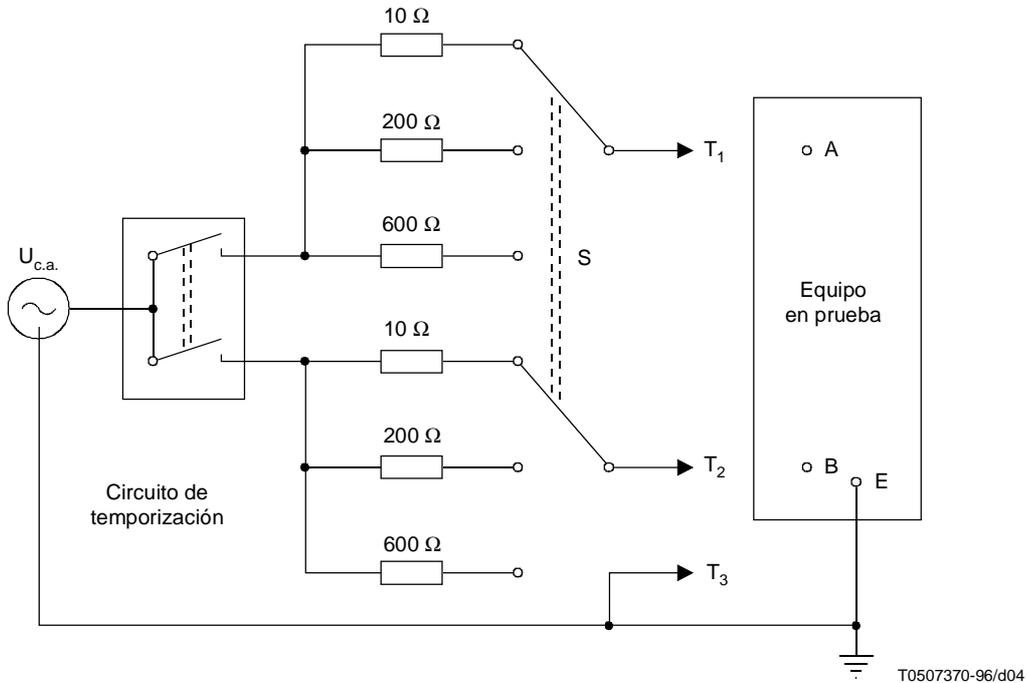


Figura 4/K.21 – Circuito de prueba para el contacto con líneas de suministro de energía

Cuadro 1/K.21 – Condiciones de las pruebas

Nº	Prueba	Conexiones del terminal	Circuito de prueba	Tensión máxima de prueba y duración	Número de pruebas	Protección primaria añadida	Criterio de aceptación
1a)	Simulación de crestas causadas por el rayo	T1 y A T2 y B	Figura 1	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$	10	Ninguna	A
				$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$	10	Sí	A
1b)	Simulación de crestas causadas por el rayo	T1 y A, B, etc., cada uno a su vez, T3 y todos los demás terminales (Nota 1)	Figura 1	$U_{c(máx)} = 1,0 \text{ kV}$	10	Ninguna	A
				$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$	10	Sí	A
1c)	Simulación de crestas simultáneas producidas por el rayo	$n \times (A + B)$ y E	Figura 2	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$	10	Ninguna	A
2a)	Inducción procedente de una línea de suministro de energía	T1 y A T2 y B	Figura 3	$U_{a.c.(máx)r.m.s} = 600 \text{ V}$ 0,2 s	5	Ninguna	A
			Figura 3	$U_{a.c.(máx)r.m.s} = 600 \text{ V}$ 1 s (Notas 2 y 6)	5	Sí	A
2b)	Inducción procedente de una línea de suministro de energía	T1 y A, B, etc., cada uno a su vez, T3 y todos los demás terminales (Nota 1)	Figura 3	$U_{a.c.(máx)r.m.s} = 600 \text{ V}$ 0,2 s	5	Ninguna	A
			Figura 3	$U_{a.c.(máx)r.m.s} = 600 \text{ V}$ 1 s (Notas 2 y 6)	5	Sí	A

Cuadro 1/K.21 – Condiciones de las pruebas (fin)

Nº	Prueba	Conexiones del terminal	Circuito de prueba	Tensión máxima de prueba y duración	Número de pruebas	Protección primaria añadida	Criterio de aceptación
3a)	Contacto con una línea de suministro de energía	T1 y A T2 y B	Figura 4 Pruebas realizadas con S en cada posición (Notas 3 y 4)	$U_{a.c.(máx)r.m.s.} = 230 \text{ V}$ 15 min (Nota 5)	1 Para cada posición de S	Ninguna	B
3b)		T1 y A, B, etc., cada uno a su vez, T3 y todos los demás terminales (Nota 1)	Figura 4 Pruebas realizadas con S en cada posición (Notas 3 y 4)	$U_{a.c.(máx)r.m.s.} = 230 \text{ V}$ 15 min (Nota 5)	1 Para cada posición de S	Ninguna	B

NOTA 1 – Una conexión puesta a tierra puede impedir el establecimiento de condiciones normales cuando se realiza la prueba. En estos casos, deben seguirse procedimientos de prueba alternativos para cumplir con los requisitos de esta prueba (por ejemplo, debe utilizarse un descargador de baja tensión u otra variación en la conexión a tierra).

NOTA 2 – La justificación de los valores de la tensión de prueba y de la duración figura en A.2/K.20.

NOTA 3 – Los fusibles, los cables fusibles, etc. pueden dejarse en el circuito durante esta prueba.

NOTA 4 – Si el conmutador S está en la posición «10 Ω», la corriente puede limitarse a valores más bajos de conformidad con la reglamentación nacional.

NOTA 5 – El valor de $U_{c.a.(máx)}$ se variará de conformidad con la tensión de la red local.

NOTA 6 – Véase la posible variación de las condiciones de las pruebas en la cláusula 8.

9 Pruebas relacionadas con las descargas electrostáticas

Deben seguirse las indicaciones de la Recomendación K.32 y de la publicación 1000-4-2 de la CEI [1]. El equipo cumplirá con el criterio A de esta Recomendación cuando se pruebe con el nivel de severidad 4 de la publicación 1000-4-2 de la CEI (8 kV en caso de descarga por contacto, 15 kV en caso de descarga por el aire).

10 Pruebas relacionadas con los equipos alimentados a partir de la red

Los equipos alimentados por la red de energía eléctrica se someten a las pruebas que se indican a continuación, a fin de asegurarse de que podrán resistir suficientemente las sobretensiones que pueden originarse en los conductores de líneas de energía como consecuencia de rayos o de otras causas, tales como la conmutación de carga.

El equipo ha de probarse con la tensión normal de funcionamiento aplicada y con los accesos a la línea de telecomunicación situados en el equipo, de manera tal que simulen las condiciones existentes en cada estado de funcionamiento de duración significativa.

Los equipos que no se ajusten a lo indicado en el apartado a) siguiente han de satisfacer el criterio A de la presente Recomendación cuando se prueben con crestas aplicadas entre los terminales de fase, neutro y de tierra de protección, de acuerdo con lo indicado en el apartado b) siguiente:

a) Coordinación del aislamiento

En la publicación 664-1 de la CEI [2] se describen las categorías de sobretensiones para los equipos alimentados por la red de energía eléctrica, incluidos los de telecomunicación, aplicables a las sobretensiones derivadas de la red de alimentación. Se prevé que la mayoría de los equipos de abonado estarán instalados de acuerdo con la categoría de sobretensiones II, en la que la sobretensión máxima que llega a sus terminales de alimentación por la red es de 2,5 kV, valor de cresta. Teniendo en cuenta lo indicado, así como otros supuestos acerca de la contaminación atmosférica (por ejemplo, el polvo) y la calidad del aislamiento, la publicación 664-1 de la CEI proporciona orientaciones a los comités de normas de esa entidad con respecto a las líneas de fuga y las distancias de aislamiento coordinadas que se prevé permitirán un funcionamiento apropiado durante la vida útil del equipo.

Las orientaciones de la publicación 664-1 de la CEI se han adoptado en la Publicación 950 [3] del mismo organismo. A reserva de los casos mencionados en el apartado c) siguiente, los equipos de telecomunicación que empleen distancias de aislamiento dimensionadas y probadas de conformidad con la Publicación 950 de la CEI no tendrán que someterse a otras pruebas con arreglo a la presente Recomendación.

b) *Sin coordinación del aislamiento*

Cuando no se cuenta con una coordinación del aislamiento, el equipo debe someterse a pruebas de acuerdo con lo indicado en las referencias [3] y [4]. Para los equipos enchufables de tipo A, deben observarse los requisitos de 6.3 de la Publicación 950 de la CEI.

c) *Sobretensiones excepcionales*

En los casos en que las perturbaciones eléctricas puedan ser de amplitud excepcional o simplemente mayores que los valores adoptados para las pruebas, se recomienda recurrir a medidas de protección adicionales, por ejemplo:

- transformadores de potencia con gran rigidez dieléctrica (del orden de 10 kV) con respecto a los conductores de la red;
- dispositivos de limitación de sobretensiones, tales como pararrayos, descargadores de espacio de aire, resistencias no lineales, etc.;
- combinaciones de tales sistemas.

NOTA 1 – Para el caso a) la experiencia ha demostrado que un generador de crestas conforme a la Figura 1 puede sustituirse, por ejemplo, por una forma de onda de 10/700 μ s y una impedancia interna de 40 Ω . Una tensión de prueba de $U_{c(m\acute{a}x)} = 2,5$ kV aseguró un funcionamiento satisfactorio de equipos explotados con una interfaz de nivel de carga de sistemas de distribución de baja tensión, con una tensión nominal de 230/400 V.

NOTA 2 – Deben señalarse a la atención de las administraciones las cuestiones de seguridad relacionadas con las barreras eléctricas entre los terminales de alimentación de energía por la red y de la línea de telecomunicación. Éstas se hallan sujetas normalmente a reglamentaciones nacionales que deberán observarse en cada país.

Referencias

- [1] Publicación 1000-4-2 de la CEI:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 2: Electrostatic discharge immunity test – Basic EMC Publication*.
- [2] Publicación 664-1 de la CEI:1992, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems. Part 1: Principles, requirements and tests*.
- [3] Publicación 950 de la CEI:1991, *Safety of information technology equipment, including electrical business equipment*, y CEI 950 A 1, 1992.
- [4] CENELEC EN 41003, *Particular safety requirements for equipment to be connected to telecommunication networks*, Bruselas, 1993.

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

- Serie A Organización del trabajo del UIT-T
- Serie B Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
- Serie C Estadísticas generales de telecomunicaciones
- Serie D Principios generales de tarificación
- Serie E Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
- Serie F Servicios de telecomunicación no telefónicos
- Serie G Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
- Serie H Sistemas audiovisuales y multimedios
- Serie I Red digital de servicios integrados
- Serie J Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
- Serie K Protección contra las interferencias**
- Serie L Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
- Serie M Mantenimiento: sistemas de transmisión, circuitos telefónicos, telegrafía, facsímil y circuitos arrendados internacionales
- Serie N Mantenimiento: circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión
- Serie O Especificaciones de los aparatos de medida
- Serie P Calidad de transmisión telefónica, instalaciones telefónicas y redes locales
- Serie Q Conmutación y señalización
- Serie R Transmisión telegráfica
- Serie S Equipos terminales para servicios de telegrafía
- Serie T Terminales para servicios de telemática
- Serie U Conmutación telegráfica
- Serie V Comunicación de datos por la red telefónica
- Serie X Redes de datos y comunicación entre sistemas abiertos
- Serie Z Lenguajes de programación