

Unión Internacional de Telecomunicaciones

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.12

(02/2006)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS
INTERFERENCIAS

**Características de los tubos de descarga de gas
para la protección de las instalaciones de
telecomunicaciones**

Recomendación UIT-T K.12

UIT-T

Recomendación UIT-T K.12

Características de los tubos de descarga de gas para la protección de las instalaciones de telecomunicaciones

Resumen

En esta Recomendación se indican los requisitos fundamentales que han de satisfacer los tubos de descarga de gas empleados para proteger los equipos de central, las líneas de telecomunicaciones y los equipos de abonado o de cliente contra los impulsos de sobretensión. Se pretende que esta Recomendación sirva de base para armonizar las especificaciones actuales o futuras, formuladas por los fabricantes de tubos de descarga de gas, los fabricantes de equipos de telecomunicaciones, las administraciones y los operadores de red.

Orígenes

La Recomendación UIT-T K.12 fue aprobada el 13 de febrero de 2006 por la Comisión de Estudio 5 (2005-2008) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8.

Palabras clave

Características eléctricas y métodos de prueba, GDT, tubo de descarga de gas.

PREFACIO

La UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) es el organismo especializado de las Naciones Unidas en el campo de las telecomunicaciones. El UIT-T (Sector de Normalización de las Telecomunicaciones de la UIT) es un órgano permanente de la 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 Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (AMNT), 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 1 de la AMNT.

En ciertos sectores de la tecnología de la información que corresponden a la esfera de competencia del UIT-T, se preparan las normas necesarias en colaboración con la ISO y la CEI.

NOTA

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.

La observancia de esta Recomendación es voluntaria. Ahora bien, la Recomendación puede contener ciertas disposiciones obligatorias (para asegurar, por ejemplo, la aplicabilidad o la interoperabilidad), por lo que la observancia se consigue con el cumplimiento exacto y puntual de todas las disposiciones obligatorias. La obligatoriedad de un elemento preceptivo o requisito se expresa mediante las frases "tener que, haber de, hay que + infinitivo" o el verbo principal en tiempo futuro simple de mandato, en modo afirmativo o negativo. El hecho de que se utilice esta formulación no entraña que la observancia se imponga a ninguna de las partes.

PROPIEDAD INTELECTUAL

La UIT señala a la atención la posibilidad de que la utilización o aplicación de la presente Recomendación suponga el empleo de un derecho de propiedad intelectual reivindicado. La UIT no adopta ninguna posición en cuanto a la demostración, validez o aplicabilidad de los derechos de propiedad intelectual reivindicados, ya sea por los miembros de la UIT o por terceros ajenos al proceso de elaboración de Recomendaciones.

En la fecha de aprobación de la presente Recomendación, la UIT no ha recibido notificación de propiedad intelectual, protegida por patente, que puede ser necesaria para aplicar esta Recomendación. Sin embargo, debe señalarse a los usuarios que puede que esta información no se encuentre totalmente actualizada al respecto, por lo que se les insta encarecidamente a consultar la base de datos sobre patentes de la TSB en la dirección <http://www.itu.int/ITU-T/ipr/>.

© UIT 2006

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

ÍNDICE

	Página
1 Alcance	1
2 Referencias	1
3 Definiciones.....	2
4 Abreviaturas, siglas o acrónimos	3
5 Condiciones de almacenamiento	3
6 Características eléctricas.....	4
6.1 Tensiones de cebado (véanse 7.1 y 7.2)	4
6.2 Tensiones de mantenimiento de la descarga (véanse 7.5 y las figuras 4 y 5).....	6
6.3 Resistencia de aislamiento (véase 7.3)	7
6.4 Capacidad	7
6.5 Tensión transversal.....	7
6.6 Pruebas de duración (véanse 7.6 y 7.7)	7
6.7 Comportamiento en cortocircuito.....	8
7 Métodos de prueba.....	8
7.1 c.c. de cebado	9
7.2 Tensión de cebado por choque	11
7.3 Resistencia de aislamiento.....	11
7.4 Capacidad	12
7.5 Prueba de mantenimiento de la descarga.....	12
7.6 Pruebas con impulsos de choque – Todos los tipos de tubo de descarga de gas (véase 6.6)	13
7.7 Pruebas en c.a. – Todos los tipos de tubos (véase 6.6).....	14
7.8 Prueba en cortocircuito.....	15
7.9 Tensión transversal de impulsos de choque en tubos de descarga de gas de 3 electrodos.....	15
8 Radiación	15
9 Pruebas relativas a las condiciones ambientales.....	15
9.1 Robustez de las terminaciones.....	15
9.2 Soldabilidad.....	15
9.3 Resistencia al calor de soldadura.....	15
9.4 Vibración	16
9.5 Prueba del calor húmedo	16
9.6 Hermeticidad	16
9.7 Bajas temperaturas.....	16
10 Identificación	16
10.1 Marcación.....	16
10.2 Documentación.....	16

	Página
11 Información que ha de suministrarse con los pedidos	16
Anexo A – Características eléctricas de los tubos de descarga de gas	18
Anexo B – Circuito de prueba para el tubo de descarga de gas utilizado en la RDSI	20

Introducción

Dos tipos de GDT pueden ser diferenciados por sus valores de tensión nominal. Estos valores se dan en los cuadros 1a y 1b. El tipo 1 (cuadro 1a), es el tubo de descarga común, con una tecnología adecuada para la protección contra corrientes elevadas, lo que se logra con valores bajos de tensiones de descarga luminiscente y de arco. El tipo 2 (cuadro 1b) es el de baja tensión de cebado por choque, que tiene un tiempo de respuesta más rápido para lograr menores tensiones de cebado por choque con mayores tensiones de descarga luminiscente y de arco, pero ofrece una menor capacidad para el transporte de corriente.

En el anexo A se presenta información básica sobre las características eléctricas de los tubos de descarga de gas.

Recomendación UIT-T K.12

Características de los tubos de descarga de gas para la protección de las instalaciones de telecomunicaciones

1 Alcance

La presente Recomendación:

- a) indica las características de los tubos de descarga de gas utilizados de conformidad con las Recs. UIT-T K.11 y K.46 para la protección de equipos de central, líneas de telecomunicaciones y equipos de abonado o de cliente contra las sobretensiones;
- b) trata de los tubos de descarga de gas con 2 ó 3 electrodos;
- c) no trata de los modos de montaje ni sus efectos sobre las características del tubo de descarga (véase la Rec. UIT-T K.65). Las características indicadas sólo se aplican a los tubos de descarga de gas considerados como un componente y montados únicamente de las formas descritas para las pruebas;
- d) no trata de las dimensiones mecánicas;
- e) no trata de los requisitos sobre garantía de calidad;
- f) no trata de los tubos de descarga de gas conectados a sistemas de energía eléctrica.

2 Referencias

Las siguientes Recomendaciones del UIT-T y otras referencias contienen disposiciones que, mediante su referencia en este texto, constituyen disposiciones de la presente Recomendación. Al efectuar esta publicación, estaban en vigor las ediciones indicadas. Todas las Recomendaciones y otras referencias son objeto de revisiones por lo que se preconiza que los usuarios de esta Recomendación investiguen la posibilidad de aplicar las ediciones más recientes de las Recomendaciones y otras referencias citadas a continuación. Se publica periódicamente una lista de las Recomendaciones UIT-T actualmente vigentes. En esta Recomendación, la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- [1] CEI 61643-21 (2000), *Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods*.
- [2] CEI 60068-2-1 (1990), *Environmental testing – Part 2: Tests. Test A: Cold*.
- [3] CEI 60068-2-20 (1979), *Environmental testing – Part 2: Tests. Test T: Soldering*.
- [4] CEI 60068-2-6 (1995), *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc: Vibration (sinusoidal)*.
- [5] CEI 60068-2-17 (1994), *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*.
- [6] CEI 60068-2-21 (1999), *Environmental testing – Part 2-21: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*.
- [7] CEI 60068-2-30 (2005), *Environmental testing – Part 2-30: Tests – Test Db: Damp heat, cyclic (12 h + 12 h cycle)*.
- [8] CEI 60060-1 and -2 (1989/1994), *High voltage test techniques. Part 1 and Part 2*.

- [9] Recomendación UIT-T K.65 (2004), *Requisitos de sobretensión y sobrecorriente para los módulos terminales con conexión de puerto de prueba o dispositivos de protección contra las crestas.*

3 Definiciones

En esta Recomendación se definen los términos siguientes.

- 3.1 modo de arco:** La impedancia más baja o estado activo de un tubo de descarga de gas durante el funcionamiento normal (véase la figura A.1).
- 3.2 tensión de arco:** Tensión medida en el tubo de descarga cuando éste se encuentra en el estado de impedancia más baja o modo de arco (véase la figura A.2).
- 3.3 ruptura:** Véase "cebado".
- 3.4 tiempo de corte de la corriente:** Tiempo necesario para que el tubo de descarga de gas vuelva a un estado de no conducción tras un periodo de conducción.
- 3.5 característica de destrucción:** Relación entre el valor de la corriente de descarga y el tiempo de paso de esta corriente, al término del cual el tubo de descarga de gas queda destruido mecánicamente (ruptura, cortocircuito entre electrodos). Para periodos comprendidos entre 1 μ s y varios ms, se basa en la corriente de choque de descarga y para duraciones de 0,1 s y superiores se basa en la corriente alterna de descarga.
- 3.6 corriente de descarga:** Corriente que pasa por el tubo de descarga de gas cuando se produce el cebado.
- 3.7 corriente alterna de descarga:** Valor eficaz de una corriente alterna aproximadamente sinusoidal que pasa por el tubo de descarga de gas.
- 3.8 corriente de choque de descarga:** Valor de cresta del impulso de corriente (corriente de choque) que recorre el tubo de descarga de gas.
- 3.9 tensión de descarga:** Tensión que aparece entre los terminales de un tubo de descarga de gas durante el paso de la corriente de descarga.
- 3.10 tubo de descarga de gas:** Dispositivo con uno o varios espacios interelectrodos en un medio de descarga cerrado y distinto del aire a la presión atmosférica, destinado a proteger a los aparatos y al personal contra elevadas tensiones transitorias. En el anexo A figuran las características eléctricas del GDT, denominado también "tubo de descarga con electrodos en atmósfera gaseosa".
- 3.11 modo de descarga luminiscente:** Se trata de un semiestado de encendido, ubicado en la zona de la curva de tensión/corriente, en la que fluye únicamente una corriente de descarga luminiscente limitada y en el que el dispositivo aún no se ha encendido ni ha alcanzado el modo de arco de menor impedancia (véase la figura A.1).
- 3.12 corriente de descarga luminiscente:** Corriente que pasa después del cebado cuando la impedancia del circuito limita la corriente de descarga a un valor inferior al de la corriente de transición de descarga luminiscente a arco.
- 3.13 tensión de descarga luminiscente:** Valor de cresta de la caída de tensión a través del tubo de descarga de gas cuando fluye una corriente de descarga luminiscente. En ocasiones, se le denomina tensión del modo de descarga luminiscente (véase la figura A.2).
- 3.14 corriente de transición de descarga luminiscente a arco:** Corriente necesaria para que el tubo de descarga de gas pase del modo descarga luminiscente al modo arco.

3.15 tensión de mantenimiento de la descarga: Máxima c.c. a través de los terminales de un tubo de descarga de gas, por debajo de la cual cabe prever que el tubo de descarga vuelva al estado de elevada impedancia después del paso de un impulso, en condiciones especificadas del circuito.

3.16 forma de onda de un impulso de choque: Conforme a lo especificado en CEI 60060, una forma de onda de impulso de choque denominada x/y tiene un tiempo de subida de $x \mu\text{s}$ y un tiempo de caída hasta el valor mitad de $y \mu\text{s}$.

3.17 corriente nominal alterna de descarga: Para corrientes con frecuencias de 15 Hz a 62 Hz, se trata de la corriente alterna de descarga que puede soportar durante un tiempo definido un tubo de descarga de gas diseñado al efecto.

3.18 c.c. nominal de cebado: Valor de tensión especificado por el fabricante para designar el tubo de descarga de gas (a fin de realizar una clasificación por tipos). Sirve también para indicar la gama de aplicación del tubo de descarga con respecto a las condiciones de servicio de la instalación que debe protegerse. Las tolerancias para c.c. de cebado se refieren también a este valor nominal.

3.19 corriente nominal de choque de descarga: Valor de cresta del impulso de corriente (corriente de choque) para el que se dimensionó el tubo de descarga de gas, estando definido el tiempo de paso por la forma de onda del impulso de corriente.

3.20 tensión residual: Véase "tensión de descarga".

3.21 cebado: Ruptura eléctrica del espacio interelectrodos de un tubo de descarga de gas. Denominado también "ruptura".

3.22 tensión de cebado: Tensión que, aplicada entre los terminales de un tubo de descarga de gas, causa el cebado de éste (véase la figura A.2).

- **c.c. de cebado:** Tensión a la que se produce el cebado de un tubo de descarga de gas cuando se le aplica una c.c. que crece lentamente.
- **tensión de cebado por choque:** Tensión más elevada que aparece en los terminales de un tubo de descarga de gas durante el periodo comprendido entre la aplicación de una tensión de choque de forma definida y el instante en que comienza a circular la corriente.

3.23 tensión transversal: En el caso de un tubo de descarga de gas con más de un espacio interelectrodos, es la diferencia entre las tensiones de descarga de los espacios asignados a los dos conductores de un circuito de telecomunicaciones, durante el paso de la corriente de descarga.

4 Abreviaturas, siglas o acrónimos

En esta Recomendación se utilizan las siguientes abreviaturas, siglas o acrónimos.

GDT Tubo de descarga de gas (*gas discharge tube*)

RDSI Red Digital de Servicios Integrados

xDSL Línea de abonado digital x (*digital subscriber line*)

5 Condiciones de almacenamiento

Los tubos de descarga de gas deben tener capacidad para tolerar las siguientes condiciones sin dañarse:

- Temperatura: de -40 a $+70^\circ \text{C}$;
- Humedad relativa: hasta 95%.

En 9.5 y 9.7 figuran las condiciones ambientales.

6 Características eléctricas

Cuando sean sometidos a pruebas de conformidad con la cláusula 7, los tubos de descarga de gas han de presentar las características que se indican a continuación. Las subcláusulas 6.1 a 6.5 se aplican a los tubos de descarga de gas vírgenes, y, cuando se hace referencia a ellos en 6.6, a los tubos de descarga sometidos a pruebas de duración.

6.1 Tensiones de cebado (véanse 7.1 y 7.2)

Las tensiones de cebado entre los electrodos de un tubo de descarga de dos electrodos o entre cualquiera de los electrodos de línea y el electrodo de tierra de un tubo de descarga de tres electrodos, deberán estar comprendidas dentro de los límites indicados en el cuadro 1a o en el cuadro 1b, según sea el caso.

Para la mayoría de las tensiones nominales se pueden distinguir dos tipos de tubos de descarga de gas. Es posible compensar hasta cierto punto las desventajas de las diferentes tecnologías, utilizando técnicas especiales de diseño para cualquiera de los dos tipos.

En el caso de los tubos de descarga de tres electrodos, la tensión de cebado entre los electrodos de línea no deberá ser menor que la mínima c.c. de cebado que figura en los cuadros 1a o 1b. Se recomienda alcanzar al menos 1,2 veces la mínima c.c. de cebado indicada en los cuadros 1a o 1b.

NOTA – En los tubos de descarga de tres electrodos se podría limitar el máximo valor de la c.c. de cebado a-b (línea a línea). Un valor adecuado estaría alrededor de 1,8 a 2,0 veces la tensión a/b-c.

6.1.1 Valores de la tensión de cebado en los tubos de descarga de tipo 1 (tipo común)

Este tipo posee una tecnología adecuada para la protección contra corrientes elevadas, lo que se logra con valores bajos de las tensiones de descarga luminosa y de arco (véase el cuadro 1a).

Cuadro 1a/K.12 – Valores de tensión de cebado para tipos comunes de tubos de descarga de gas

Tensión de cebado								
Corriente continua					Por choque			
Nominal (V)	Valor inicial (1)		Valor después de las pruebas de duración (2)		a 100 V/μs		a 1000 V/μs	
	Mín. (V)	Máx. (V)			Valor inicial (3)	Valor después de las pruebas de duración (4)	Valor inicial (5)	Valor después de las pruebas de duración (6)
			Mín. (V)	Máx. (V)	(V)	(V)	(V)	(V)
90	72	108	65	120	450	550	500	600
150	120	180	110	195	500	600	600	700
200	160	240	150	250	600	700	700	800
230	184	280	170	300	600	700	700	800
250	200	300	180	325	600	700	700	800
350	280	420	260	455	900	1000	1000	1100
420	300	500	300	550	900	1000	1000	1100
500	400	600	400	650	1100	1200	1200	1300
600	480	720	450	780	1300	1400	1400	1500

6.1.2 Valores de tensión de cebado en tubos de descarga de gas de tipo 2 (tipo tensión baja de cebado por choque)

Este tipo (cuadro 1b) tiene un tiempo de respuesta más rápido, logrando así menores tensiones de cebado por choque con tensiones de descarga luminiscente y de arco más altas. Debido al diseño de este tipo alternativo, la capacidad de corriente, que se muestra en el cuadro 5, es en general mucho menor que la del GDT del tipo común de tamaño equivalente.

Valores más altos de tensión de descarga luminiscente y de tensión de arco en el tubo de descarga de gas implican una mayor disipación de potencia reduciendo así la capacidad de la clase.

Se debe tener en cuenta que para algunos de los límites de tensión por choque indicados en el cuadro 1b, podrían existir restricciones en cuanto a la disponibilidad de algunas de las clases superiores mostradas en el cuadro 5.

Cuadro 1b/K.12 – Valores de tensión de cebado en tubos de descarga de gas de tipo 2 (tipo baja tensión de cebado por choque)

Tensión de cebado								
Corriente continua					Por choque			
Nominal (V)	Valor inicial (1)		Valor después de las pruebas de duración (2)		a 100 V/ μ s		a 1000 V/ μ s	
	Mín. (V)	Máx. (V)	Mín. (V)	Máx. (V)	Valor inicial (3) (V)	Valor después de las pruebas de duración (4) (V)	Valor inicial (5) (V)	Valor después de las pruebas de duración (6) (V)
200	160	240	150	250	350	450	450	550
230	184	280	170	300	400	500	450	550
350	265	455	265	600	700	800	800	900
420	300	500	300	650	750	850	800	1000
500	400	600	400	700	750	950	850	1050
600	480	720	420	800	900	1100	1000	1200

6.1.3 Evaluación de la tensión de cebado

Las tensiones de cebado se caracterizan porque tienen una distribución normal, suponiendo que se prueba un número suficientemente representativo de muestras.

Las tensiones de cebado deben evaluarse con los criterios especificados en el cuadro 2 y utilizando los métodos de prueba indicados en 7.1 y 7.2.

Cuadro 2/K.12 – Método de evaluación de la tensión de cebado

	Valores medidos iniciales	
	Probabilidad de que los valores medidos se encuentren dentro de la tolerancia	Expresión utilizada para la evaluación
c.c. de cebado	99,7%	$U + 3S \leq \text{Máximo}$ $U - 3S \geq \text{Mínimo}$
Tensión de cebado por choque	99,7%	$U + 3S \leq \text{Máximo}$ $U - 3S \geq \text{Mínimo}$
NOTA – U es el valor medio estadístico de las tensiones de cebado. S es la desviación típica.		

6.2 Tensiones de mantenimiento de la descarga (véanse 7.5 y las figuras 4 y 5)

Todos los tipos de tubos de descarga deberán presentar un tiempo de corte de la corriente inferior a 150 ms, cuando sean sometidos a una o varias de las pruebas que se indican a continuación según su utilización prevista.

6.2.1 Valores para las pruebas de mantenimiento de la descarga con tubos de descarga de dos electrodos

Tubos de descarga de dos electrodos probados en un circuito equivalente al de la figura 4, en el que los componentes del circuito de prueba tienen los valores indicados en el cuadro 3. Los tubos de descarga de gas con una c.c. nominal de 230 V o superior deberán probarse con arreglo al circuito de prueba indicado en el anexo B.

Cuadro 3/K.12 – Tensiones de mantenimiento de la descarga para tubos de descarga de dos electrodos

Componente	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
PS1	52 V	80 V	135 V
R3	260 Ω	330 Ω	1300 Ω
R2	(Nota)	150 Ω	150 Ω
C1	(Nota)	100 nF	100 nF
NOTA – Componentes omitidos en esta prueba.			

6.2.2 Valores para las pruebas de mantenimiento de la descarga con tubos de descarga de tres electrodos

Tubos de descarga de tres electrodos probados en un circuito equivalente al de la figura 5, en el que los componentes tienen los valores indicados en el cuadro 4.

**Cuadro 4/K.12 – Tensiones de mantenimiento de la descarga
para tubos de descarga de tres electrodos**

Componente	Prueba 1	Prueba 2		Prueba 3	
PS1	52 V	80 V		135 V	
PS2	0 V	0 V		52 V	
R3	260 Ω	330 Ω		1300 Ω	
R2	Nota 1	150 Ω	272 Ω (nota 2)	150 Ω	272 Ω (nota 2)
C1	Nota 1	100 nF	43 nF (nota 2)	100 nF	43 nF (nota 2)
R4 (nota 3)	136 Ω	136 Ω		136 Ω	
C2 (nota 3)	83 nF	83 nF		83 nF	
NOTA 1 – Componentes omitidos en esta prueba. NOTA 2 – Alternativa opcional. NOTA 3 – Opcional.					

6.3 Resistencia de aislamiento (véase 7.3)

El valor inicial no debe ser inferior a 1 Gigaohmio.

6.4 Capacidad

Los tubos de descarga de gas poseen una capacidad típica de unos pocos pF, pero no superior a 20 pF.

6.5 Tensión transversal

La tensión transversal en los tubos de descarga de gas de tres electrodos es la diferencia entre las tensiones de descarga de los terminales a y b de los espacios interelectrodos asignados a los dos conductores del circuito durante el paso de la corriente de descarga. En los tubos de descarga de gas de tres electrodos el tiempo transcurrido entre el cebado del primer espacio interelectrodos y el cebado del segundo espacio interelectrodos no deberá ser mayor a 200 ns.

6.6 Pruebas de duración (véanse 7.6 y 7.7)

Se aplicarán las corrientes especificadas en 6.6.1 que corresponden a la corriente nominal del tubo. Después de la aplicación de cada corriente, el tubo de descarga de gas deberá satisfacer los requisitos indicados en 6.6.2. Al finalizar el número de aplicaciones de corriente especificado, el tubo deberá satisfacer los requisitos indicados en 6.6.3.

6.6.1 Corrientes de prueba

Los tubos de descarga de gas se someterán a las corrientes indicadas en las columnas 2 a 6 del cuadro 5. Para cada prueba de duración, se utilizarán tubos de descarga de gas nuevos.

Cuadro 5/K.12 – Valores de la corriente en las pruebas de duración

	Corriente nominal alterna de descarga	Corriente nominal de choque de descarga			
Clase	50-60 Hz 10 aplicaciones	8/20 μs 10 aplicaciones	10/350 μs† 1 aplicación	10/1000 μs 300 aplicaciones	10/1000 μs 1500 aplicaciones
(1)	Valor eficaz (A) (2)	Valor de cresta (kA) (3)	Valor de cresta (kA) (4)	Valor de cresta (A) (5)	Valor de cresta (A) (6)
1	2,5	2,5	0,5	50	10
2	5	5	1	100	10
3	10	10	2,5	100	10
4	20	10	4	100	10
5	20	20	4	200	10
† En algunos países y zonas, se utilizan formas de onda de prueba de alta energía diferentes. En la referencia [1] figuran algunos ejemplos.					

6.6.2 Requisitos que deben satisfacerse durante la prueba de duración

Resistencia de aislamiento: no inferior a 10 M-ohmios.

c.c. de cebado y de cebado por choque: no superior al valor correspondiente de las columnas 2, 4 y 6 de los cuadros 1a o 1b.

6.6.3 Requisitos que deben satisfacerse después de concluida la prueba de duración

Resistencia de aislamiento: no inferior a 100 M-ohmios.

c.c. de cebado y de cebado por choque: inferiores al valor correspondiente de las columnas 2, 4 y 6 de los cuadros 1a o 1b.

Tensión de mantenimiento de la descarga: véase 6.2.

6.7 Comportamiento en cortocircuito

Es necesario un mecanismo de cortocircuito para tubos de descarga de gas destinados a su utilización en aplicaciones de telecomunicaciones, donde puede aparecer una c.a., que circule durante un tiempo impredecible.

Según el flujo de c.a., el mecanismo de cortocircuito funcionará con tiempo suficiente para evitar que se produzca un sobrecalentamiento en el tubo de descarga de gas.

7 Métodos de prueba

Los tubos de descarga de gas se probarán siguiendo los métodos descritos en 7.1 a 7.8 y en algunos casos de acuerdo a la figura B.1 (circuito de prueba para tubos de descarga de la RDSI y otros equipos de telecomunicaciones que utilizan tensiones o velocidades binarias más elevadas (xDSL)).

A continuación se presenta una propuesta de procedimiento de prueba tipo en los cuadros 6 y 7.

Cuadro 6/K.12 – Tamaños de muestra recomendados para las pruebas de duración de c.a. y por choque

Prueba	Tamaño de las muestras	Prueba realizada de conformidad con 6.6.1
Prueba de duración de c.a.	20	Columna 2 del cuadro 5
Duración por choque	20	Columna 3 del cuadro 5
Duración por choque	20	Columna 4 del cuadro 5
Duración por choque	20	Columna 5 del cuadro 5
Duración por choque	20	Columna 6 del cuadro 5

Se recomienda realizar al menos cuatro mediciones de tensión de cebado en cada muestra, dos por cada polaridad.

Los valores medidos tras las pruebas de duración en cuestión se deben comparar con los valores tras las pruebas de duración, que aparecen en el cuadro 1a o en el cuadro 1b (se admite una tasa de fallos del 5%).

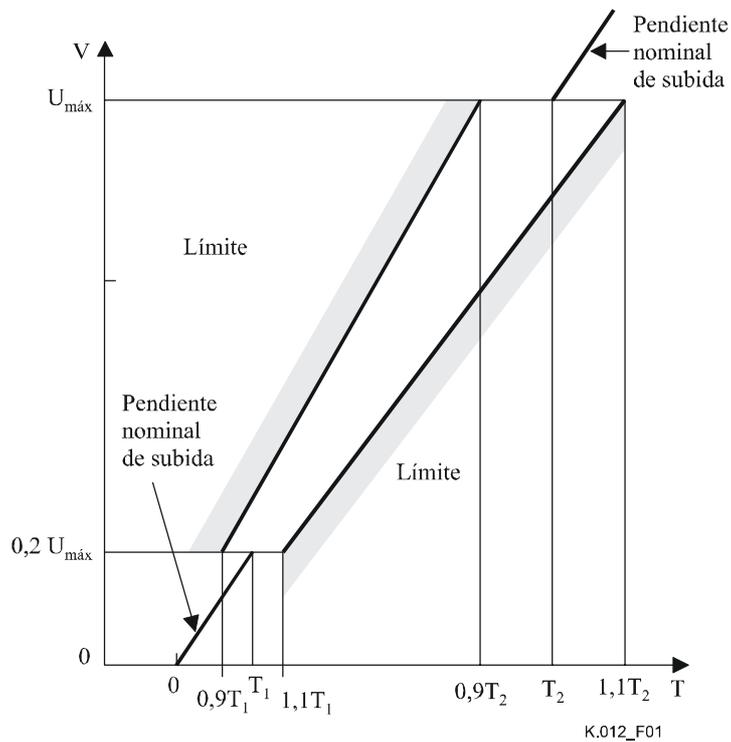
Cuadro 7/K.12 – Tamaños de muestra recomendados para pruebas de cortocircuito

Prueba	Tamaño de las muestras	Pruebas realizadas de conformidad con
Cortocircuito	5 para cada condición de prueba	Cláusula 7.8

7.1 c.c. de cebado

7.1.1 Valores iniciales

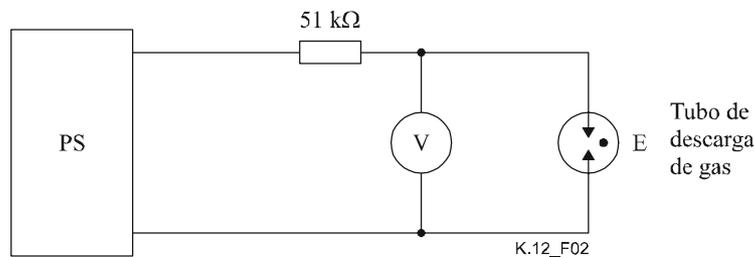
Para probar los valores iniciales de un tubo de descarga de gas, se dejará en la oscuridad durante por lo menos 24 horas inmediatamente antes de la prueba y se probará, también en la oscuridad. Se probará el tubo de descarga de gas con una tensión que aumente con la lentitud suficiente como para que la tensión de cebado sea independiente de la pendiente de subida de la tensión aplicada. De ordinario, la pendiente de subida es de 100 V/s, pero pueden utilizarse velocidades mayores si se demuestra que esto no altera la tensión de cebado de modo significativo. En la figura 1 se indican las tolerancias para la forma de onda de la tensión de prueba creciente. La tensión se mide entre los terminales del generador en circuito abierto. En la figura 1, $U_{m\acute{a}x}$ es toda tensión superior a la máxima permitida para la c.c. de cebado del tubo de descarga de gas.



NOTA – La onda de prueba de cebado (antes de la conducción) deberá hallarse dentro de los límites señalados.

Figura 1/K.12 – Onda de prueba de cebado

En la prueba se empleará un circuito apropiado, como el de la figura 2. Debe observarse un intervalo de 3 segundos, como mínimo, entre las repeticiones de las pruebas, con una u otra polaridad, del mismo tubo de descarga de gas.



PS Fuente de alimentación de tensión variable

NOTA – Deben preverse medios para que el tubo de descarga de gas sólo se cebé una vez.

Figura 2/K.12 – Circuito para la prueba de cebado

Para tubos de tres electrodos, la tensión de cebado entre los electrodos de línea no será inferior a la sobretensión mínima de cebado de corriente continua bien del cuadro 1a o del cuadro 1b.

Cada par de terminales de un tubo de descarga de gas de tres electrodos se probará por separado, manteniendo desconectado el otro terminal.

NOTA – Se indica a continuación el modo de empleo de la figura 1:

Podrá utilizarse la misma plantilla para todos los valores de $U_{\text{máx}}$ y de pendiente nominal de subida, siempre que sea de tamaño adecuado para la representación de la onda y que pueden ajustarse las escalas U y T de ésta. Ello es así debido a que en el eje de ordenadas hay puntos arbitrarios identificados mediante 0 y $U_{\text{máx}}$,

con el valor $0,2 U_{\text{máx}}$ en el punto apropiado entre ellos, y el eje de abscisas tiene puntos arbitrarios que llevan la indicación 0 y T_2 , con $T_1 (= 0,2 T_2)$, $0,9 T_1$, $1,1 T_1$, $0,9 T_2$, $1,1 T_2$, marcados en los puntos apropiados. Los puntos de intersección con los ejes X e Y no coinciden forzosamente y, en realidad, no es necesario indicarlos.

A fin de comparar la forma de una onda con la plantilla es preciso conocer los valores de $U_{\text{máx}}$ y de la pendiente nominal de subida de la onda de que trate. A título de ejemplo, supóngase una onda con $U_{\text{máx}} = 750 \text{ V}$ y una pendiente nominal de subida de 100 V/s .

Por consiguiente, $0,2 U_{\text{máx}} = 150 \text{ V}$; $T_2 = 7,5 \text{ s}$; $T_1 = 1,5 \text{ s}$.

Apóyese la plantilla contra la forma de onda y ajústese la escala vertical de modo que el punto 150 V coincida con $0,2 U_{\text{máx}}$ y el punto 750 V con $U_{\text{máx}}$. Ajústese la escala horizontal de modo análogo para $1,5 \text{ s} = T_1$ y $7,5 \text{ s} = T_2$. Deslícese la plantilla de modo que el punto 150 V caiga dentro del límite inferior de la ventana de prueba; la parte restante de la onda, hasta 750 V debe quedar dentro de esa ventana.

7.1.2 Después de la prueba de duración

Esta prueba se efectuará en tubos de descarga de gas que estén sometidos a las condiciones especificadas en 7.6 y 7.7. A fin de conseguir un procedimiento de prueba tan próximo a la práctica real como es posible la prueba ha de realizarse en condiciones de luz diurna. Todos los demás detalles de la prueba deben cumplir con lo dispuesto en 7.1.1.

7.2 Tensión de cebado por choque

La pendiente de subida de la onda de tensión medida entre los terminales de prueba en circuito abierto, se elegirá de acuerdo con 6.1.1 y deberá hallarse en la zona comprendida entre los límites indicados en la figura 1. En la figura 3 se muestra un ejemplo de montaje para la realización de la prueba, con un impulso de tensión cuya pendiente nominal de subida es de $1,0 \text{ kV}/\mu\text{s}$.

Debe transcurrir un mínimo de 3 segundos entre las repeticiones de la prueba, con una u otra polaridad, del mismo tubo de descarga de gas.

Cada par de terminales de un tubo de descarga de gas de tres electrodos se probará por separado, manteniendo desconectado el otro terminal.

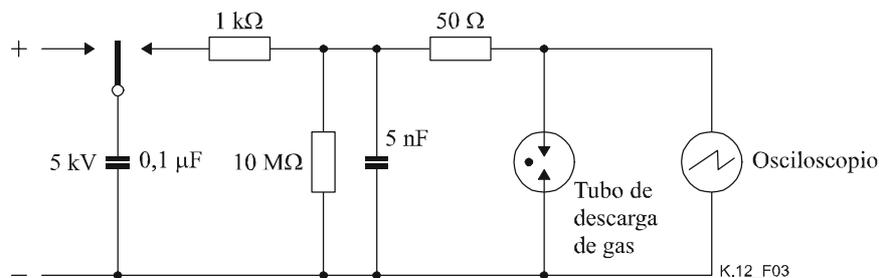


Figura 3/K.12 – Montaje de medida que produce un impulso de tensión con una pendiente virtual del frente de onda de $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$ (véanse 6.1 y 7.3)

7.3 Resistencia de aislamiento

Se medirá la resistencia de aislamiento entre cada terminal y los demás terminales del tubo de descarga de gas (véase 6.3). La medida se efectuará aplicando un potencial de por lo menos 100 V y no inferior al 90% de la c.c. de cebado mínima permitida. La fuente empleada en la medición se limitará a una corriente de cortocircuito de menos de 10 mA . En los tubos de descarga de gas de tres electrodos los terminales que no sean objeto de la medición, permanecerán desconectados.

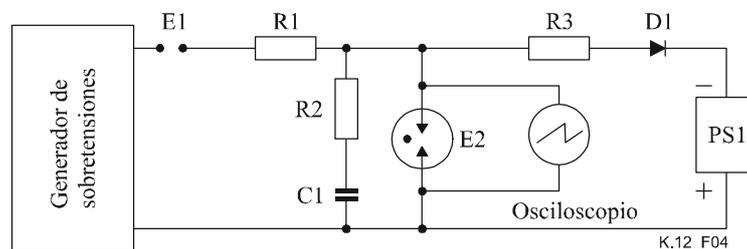
7.4 Capacidad

Se medirá la capacidad entre cada terminal y cada uno de los demás terminales del tubo de descarga de gas (véase 6.4). En las mediciones efectuadas con tubos de descarga de tres electrodos, el terminal que no sea objeto de la prueba se conectará a la tierra del instrumento de medición.

7.5 Prueba de mantenimiento de la descarga

7.5.1 Tubos de descarga de gas de dos electrodos

Las pruebas se realizarán utilizando el circuito de la figura 4 (véase 6.2). Los valores de PS1, R2, R3 y C1 se elegirán para cada condición de prueba de acuerdo con el cuadro 3. La corriente procedente del generador de sobretensiones tendrá una forma de impulso de 100 A, 10/1000 μ s, medida a través de un cortocircuito que reemplace el tubo de descarga de gas objeto de la prueba. La polaridad del impulso de corriente y a través del tubo de descarga de gas, será idéntica a la de la corriente procedente de PS1. Se medirá el tiempo de corte de la corriente para cada sentido del paso de la corriente por el tubo de descarga. Se aplicarán tres impulsos con intervalos no mayores de un minuto y se medirá en cada caso el tiempo de corte de la corriente.

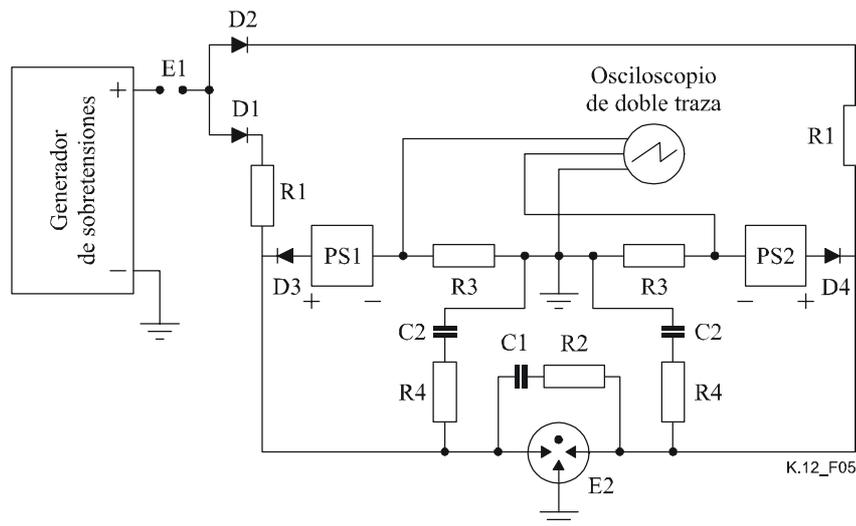


D1	Diodo de aislamiento u otro dispositivo de aislamiento
E1	Espacio de aislamiento o dispositivo equivalente
E2	Tubo de descarga de gas
PS1	Fuente de alimentación de c.c. constante o batería
R1	Resistencia limitadora de impulsos de corriente o red de conformación de ondas

Figura 4/K.12 – Circuito para la prueba de mantenimiento de la descarga en tubos de descarga de gas de dos electrodos (véase 6.2.1)

7.5.2 Tubos de descarga de gas de tres electrodos

Estas pruebas se realizarán utilizando el circuito de la figura 5. Los valores de los componentes del circuito se elegirán de acuerdo con el cuadro 4. Las corrientes simultáneas aplicadas entre electrodos del tubo de descarga de gas tendrán formas de impulso de 100 A por lado o cámara, 10/1000 μ s, medidas a través de un cortocircuito que reemplace el tubo de descarga de gas objeto de la prueba. La polaridad del impulso de corriente a través del tubo de descarga de gas será igual a la de la corriente procedente de PS1 y PS2.



- C1 Condensador (*capacitor*)
E1 Espacio de aislamiento o dispositivo equivalente
E2 Tubo de descarga de gas
PS1, PS2 Baterías o fuentes de alimentación en c.c.
R1 Resistencias limitadoras de los impulsos de corriente, o redes de conformación de ondas
NOTA 1 – C2 y R4 son opcionales.
NOTA 2 – La polaridad de los diodos D1 a D4 debe invertirse cuando se invierte la polaridad de las fuentes de alimentación en c.c. y de los generadores de sobretensiones.

Figura 5/K.12 – Circuito para las pruebas de mantenimiento de la descarga en tubos de descarga de gas de tres electrodos (véase 6.2.2)

Para cada condición de prueba, se medirá el tiempo de circulación de la corriente para ambas polaridades del impulso de corriente. Se aplicarán tres impulsos en cada sentido a intervalos no mayores de 1 minuto y se medirá el tiempo de circulación de la corriente para cada impulso.

7.6 Pruebas con impulsos de choque – Todos los tipos de tubo de descarga de gas (véase 6.6)

Se utilizarán tubos de descarga de gas nuevos para cada una de las pruebas y se aplicarán impulsos de corriente según lo especificado en el cuadro 5 para la correspondiente clase del tubo. La frecuencia de repetición de los impulsos debe ser tal que se evite la acumulación térmica en el tubo de descarga de gas.

7.6.1 Corriente de descarga por choque 8/20 μ s

La mitad del número especificado de pruebas se efectuará con una polaridad, y seguidamente, se efectuará la otra mitad con la polaridad opuesta. También podrán probarse la mitad de los tubos de la muestra con una polaridad y la otra mitad con la polaridad opuesta.

Para los tubos de descarga de tres electrodos, se descargarán simultáneamente de cada electrodo al electrodo común impulsos de corriente independientes, que tengan, cada una, el valor especificado en la columna 3 del cuadro 5.

7.6.2 Corriente de descarga por choque 10/350 μ s

Esta prueba se aplicará sólo una vez.

Para los tubos de descarga de tres electrodos, se descargarán simultáneamente de cada electrodo al electrodo común impulsos de corriente independientes, que tengan, cada una, el valor especificado en la columna 4 del cuadro 5.

7.6.3 Corriente de descarga por choque 10/1000 μ s

Para efectuar esta prueba, se deberá aplicar uno de los métodos descritos en el cuadro 8. Para probar los tubos de descarga de gas de tres electrodos, se deben usar conjuntamente los métodos 1 y 2: el 50% del lote de prueba se deberá probar con método 1 y el 50% restante, con el método 2.

Se podrían tener resultados finales diferentes, a pesar de que con estos cuatro métodos se aplica un mismo número de descargas.

Cuadro 8/K.12 – Método de corriente de descarga por choque

Método de prueba	Número de aplicaciones 10/1000 μ s (50...200A) (véase la columna 5 del cuadro 5)	Número de aplicaciones 10/1000 μ s (10A); (véase la columna 6 del cuadro 5)	Polaridad
1	300 veces	1500 veces	+++++
2	300 veces	1500 veces	-----
3	150 veces + y 150 veces -	750 veces + y 750 veces -	+++++.../-----...
4	300 veces +/-	1500 veces +/-	+/-/+/-/+/-...
NOTA – Los resultados de las pruebas varían dependiendo de los métodos de prueba 1-4. Se debe indicar el método de prueba que se empleó o utilizó conforme a lo acordado entre el fabricante y el usuario.			

La tensión de la fuente debe ser superior en un 50% por lo menos a la tensión máxima de cebado por choque. La corriente de descarga por choque y la forma de onda especificadas se medirán sustituyendo el tubo de descarga de gas por un cortocircuito. Para los tubos de descarga de gas de tres electrodos, se descargarán simultáneamente de cada electrodo al electrodo común impulsos de corriente independientes, que tengan, cada una, el valor especificado en las columnas 5 y 6 del cuadro 5.

El tubo de descarga de gas se probará después de cada paso de un impulso de corriente o a intervalos menos frecuentes si así se hubiese convenido entre el fabricante y el usuario, a fin de determinar si satisface los requisitos indicados en 6.6.2.

Una vez cumplido el número especificado de pasos de impulsos de corriente, se dejará enfriar el tubo hasta la temperatura ambiente y se probará a fin de determinar si satisface lo indicado en 6.6.3.

7.7 Pruebas en c.a. – Todos los tipos de tubos (véase 6.6)

Se utilizarán tubos nuevos y se aplicarán corrientes alternas de acuerdo con lo especificado en la columna 2 del cuadro 5 para la corriente nominal del tubo, con una duración de 1 segundo.

Los intervalos entre las aplicaciones deben ser apropiados para evitar la acumulación térmica en el tubo. La c.a. eficaz del generador de corriente será superior en un 50% por lo menos a la c.c. de cebado máxima del tubo de descarga de gas.

La c.a. de descarga especificada y la duración se medirán sustituyendo el tubo de descarga de gas por un cortocircuito. Para los tubos de descarga de gas de tres electrodos, se descargarán simultáneamente de cada electrodo al electrodo común, corrientes alternas de descarga, cada una de ellas del valor especificado en la columna 2 del cuadro 5.

El tubo de descarga de gas se probará después de cada paso de la c.a. de descarga, a fin de determinar si satisface los requisitos de 6.6.2.

Una vez cumplido el número especificado de aplicaciones de corriente, se dejará enfriar el tubo hasta la temperatura ambiente y se probará a fin de verificar si cumple las condiciones indicadas en 6.6.3.

7.8 Prueba en cortocircuito

Se aplicará al tubo de descarga de gas una c.a. capaz de activar la sobrecarga térmica. Se activará el mecanismo de cortocircuito después de haberlo sometido a una determinada c.a. y después de un cierto tiempo. Los valores y la duración deben ser especificados por el fabricante de los tubos de descarga de gas.

El procedimiento de prueba y los requisitos después de pasar la prueba se convendrán en detalle entre el fabricante y el usuario de los tubos de descarga de gas.

7.9 Tensión transversal de impulsos de choque en tubos de descarga de gas de 3 electrodos

Debe medirse la duración de la tensión transversal mientras se aplica simultáneamente a ambos electrodos de línea una tensión impulsiva cuyo frente de onda tenga una pendiente convencional de $1 \text{ kV}/\mu\text{s}$. Puede efectuarse la medición con un dispositivo semejante al representado en la figura 6 (véase también 6.5). La diferencia de tiempo entre el cebado del primer electrodo y el del segundo se especifica en 6.5.

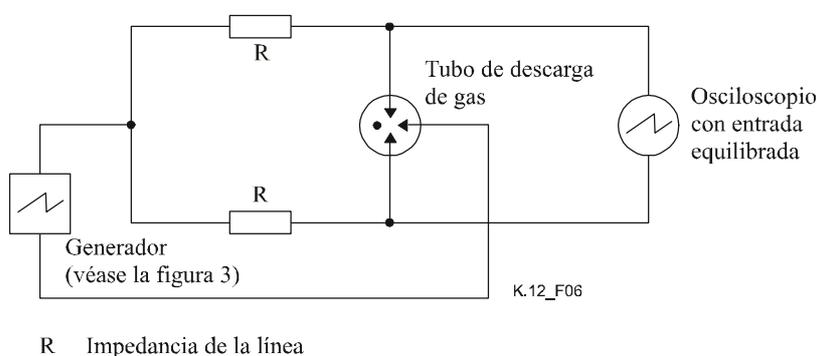


Figura 6/K.12 – Circuito para la prueba de tensión transversal de choque (véase 6.5)

8 Radiación

Los tubos de descarga de gas no contendrán sustancias radioactivas.

9 Pruebas relativas a las condiciones ambientales

9.1 Robustez de las terminaciones

El usuario especificará una prueba apropiada de las indicadas en CEI 60068-2-21 [6].

9.2 Soldabilidad

Las terminaciones que hayan de soldarse cumplirán las condiciones de soldabilidad establecidas en la prueba Ta, método 1, de CEI 60068-2-20 [3].

9.3 Resistencia al calor de soldadura

Los tubos de descarga de gas con terminaciones que hayan de soldarse han de soportar la prueba indicada en CEI 60068-2-20 [3] prueba Tb método 1b. Una vez restablecida la normalidad, el tubo de descarga de gas no deberá presentar señales de deterioro a la inspección ocular y su c.c. de cebado debe hallarse dentro de los límites establecidos para el mismo.

9.4 Vibración

Los tubos de descarga de gas han de soportar, sin deteriorarse, durante 90 minutos vibraciones de 10 a 500 Hz y 0,15 mm de desplazamiento, según se indica en CEI 60068-2-6 [4] prueba Fc: Vibración (sinusoidal). El usuario puede elegir una prueba más rigurosa entre las que figuran en esta referencia. Al finalizar la prueba, el tubo no deberá mostrar señales de deterioro y cumplirá los requisitos relativos a la c.c. de cebado y a la resistencia de aislamiento especificados en 6.1 y 6.3.

9.5 Prueba del calor húmedo

Los tubos de descarga de gas han de soportar CEI 60068-2-30 [7]. Al finalizar la prueba, el tubo cumplirá el requisito de resistencia de aislamiento especificado en 6.3.

9.6 Hermeticidad

Los tubos de descarga de gas han de superar satisfactoriamente la prueba Qk de pequeñas fugas, durante 600 horas, que se indica en CEI 60068-2-17 [5]. Se utilizará el helio como gas de prueba. La tasa de fuga ha de ser inferior a 10^{-7} bar·cm³·s⁻¹.

Seguidamente, el tubo ha de poder pasar satisfactoriamente la prueba de grandes fugas Qc, método 1.

9.7 Bajas temperaturas

Los tubos de descarga de gas han de soportar, sin deteriorarse, la prueba Aa, de 2 horas de duración de CEI 60068-2-1 [2], a la temperatura de -40°C . Al finalizar la prueba, el tubo debe cumplir los requisitos relativos a la tensión de cebado por choque y a la c.c. de cebado indicados en 6.1.

10 Identificación

10.1 Marcación

Los tubos deberán llevar, de manera legible y permanente, las marcas necesarias para que el comprador pueda determinar, mediante inspección:

- a) el fabricante,
- b) el año de fabricación,
- c) el código.

El comprador podrá especificar los códigos que hayan de utilizarse a tal efecto.

10.2 Documentación

Se proporcionará al usuario la documentación necesaria para que, a partir de la información indicada en 10.1, pueda hallar las informaciones siguientes:

- a) las características completas de acuerdo con lo establecido en la presente Recomendación;
- b) declaración de que no se han utilizado sustancias radiactivas.

11 Información que ha de suministrarse con los pedidos

El usuario deberá suministrar la siguiente información:

- a) esquema con todas las dimensiones y los detalles de acabado y terminación (incluidos los números de los electrodos y la identificación del electrodo conectado a tierra);
- b) la c.c. nominal de cebado elegida de 6.1.1;
- c) la corriente nominal elegida de 6.6.1;
- d) las pruebas de tensiones de mantenimiento de descarga indicadas en 6.2;

- e) los códigos de marcación requeridos según 10.1;
- f) prueba de la robustez de las terminaciones – prueba requerida para 9.1;
- g) características de destrucción, si fuesen necesarias, incluido el modo de avería (nota);
- h) el mecanismo de corto circuito;
- i) requisitos de garantía de calidad.

NOTA – Una corriente alterna o de impulsos de valor muy superior al indicado en 6.6.1 es capaz de modificar radicalmente las características del tubo de descarga de gas y puede incluso llegar a destruirlo.

Pueden darse dos casos:

- 1) El tubo de descarga de gas se convierte en un aislador y presenta una rigidez dieléctrica mayor que la que tenía inicialmente, es decir, se comporta como un circuito abierto.
- 2) El tubo de descarga de gas pasa a tener una resistencia limitada – generalmente de valor tan bajo que no permite el funcionamiento normal de la línea – es decir, se comporta como un cortocircuito. (Esta situación suele ser preferible, desde el punto de vista de la protección y el mantenimiento.)

Los métodos de prueba y las relaciones entre el valor y la duración de la corriente destructiva no se detallan en la presente Recomendación, como así tampoco el estado en que ha de quedar el elemento después de su destrucción. Las Administraciones debieran hacer constar sus requisitos a este respecto en su propia documentación.

Anexo A

Características eléctricas de los tubos de descarga de gas

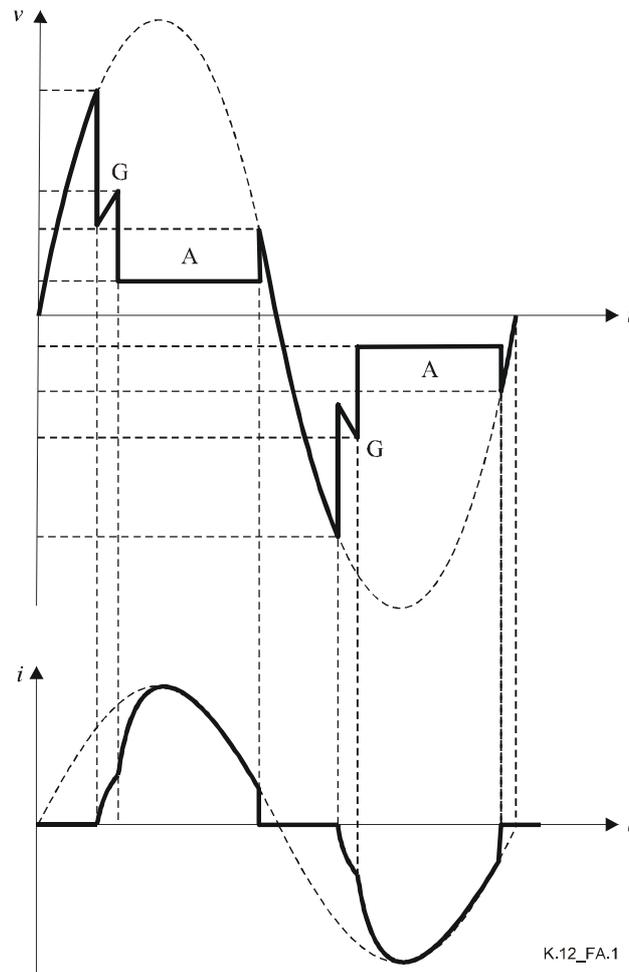


Figura A.1/K.12 – Patrones de variación en el tiempo de la tensión y la corriente
(G: Modo de descarga luminiscente y A: Modo de arco)

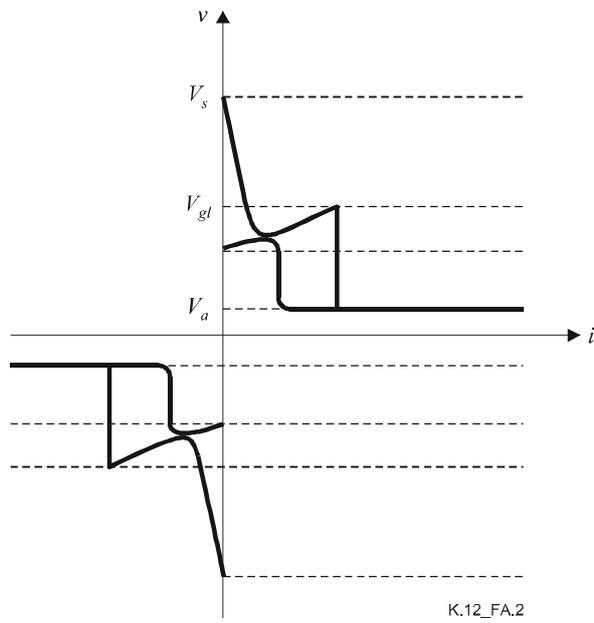


Figura A.2/K.12 – Relación entre la corriente y la tensión en los tubos de descarga de gas
(V_s : Tensión de cebado, V_{gl} : Tensión de descarga luminiscente, V_a : Tensión de arco)

Anexo B

Circuito de prueba para el tubo de descarga de gas utilizado en la RDSI

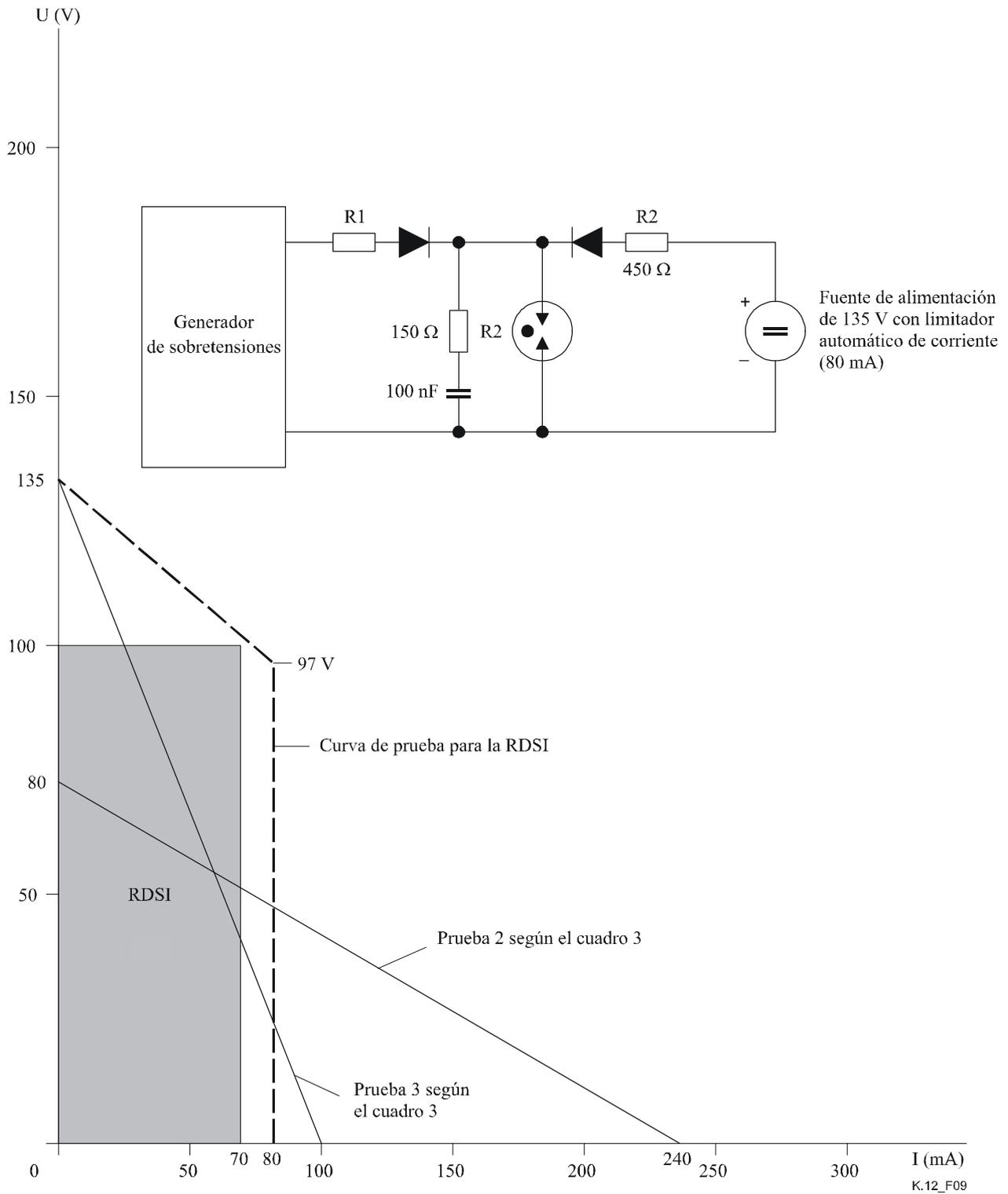


Figura B.1/K.12 – Circuito de prueba para los tubos de descarga de gas de la RDSI

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
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	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, 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	Gestión de las telecomunicaciones, incluida la RGT y el mantenimiento de redes
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, comunicaciones de sistemas abiertos y seguridad
Serie Y	Infraestructura mundial de la información, aspectos del protocolo Internet y Redes de la próxima generación
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación