



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

**UIT-T**

SECTOR DE NORMALIZACIÓN  
DE LAS TELECOMUNICACIONES  
DE LA UIT

**K.21**

(10/2000)

SERIE K: PROTECCIÓN CONTRA LAS  
INTERFERENCIAS

---

**Inmunidad de los equipos de  
telecomunicaciones instalados en locales del  
cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes**

Recomendación UIT-T K.21

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

---

## **Recomendación UIT-T K.21**

### **Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes**

#### **Resumen**

Esta Recomendación especifica los requisitos de inmunidad y procedimientos de prueba para los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente.

Entre los aspectos relativos a las sobretensiones y sobrecorrientes que trata 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, la elevación del potencial de tierra debido a fallos de energía, los contactos directos entre las líneas de telecomunicación y las líneas de energía, y las descargas electrostáticas.

#### **Orígenes**

La Recomendación UIT-T K.21, revisada por la Comisión de Estudio 5 (1997-2000) del UIT-T, fue aprobada por la Asamblea Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (Montreal, 27 de septiembre – 6 de octubre de 2000).

## 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.

## 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.

© UIT 2001

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

	<b>Página</b>
1 Alcance .....	1
2 Referencias.....	1
3 Definiciones y abreviaturas.....	1
3.1 Definiciones .....	1
3.2 Abreviaturas.....	2
3.3 Símbolos .....	2
4 Pruebas.....	2
Apéndice I – Mecanismo de caída de tensión a tierra.....	17

## **Recomendación UIT-T K.21**

### **Inmunidad de los equipos de telecomunicaciones instalados en locales del cliente a las sobretensiones y sobrecorrientes**

#### **1 Alcance**

Esta Recomendación especifica los requisitos de inmunidad y procedimientos de prueba para el equipo de telecomunicación que está conectado o instalado en locales del cliente. Los requisitos de esta Recomendación incluyen la puesta a tierra y la conexión equipotencial conforme a UIT-T K.31. La Recomendación UIT-T K.44 (Métodos y circuitos de prueba) es parte integrante de esta Recomendación. Se debe leer conjuntamente con UIT-T K.11 y UIT-T K.39 (Aspectos de protección económicos generales y técnicos).

Esta Recomendación se aplica a puertos externos. Los puertos del bus T/S de la RDSI vienen tratados en UIT-T K.22.

#### **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.

- UIT-T K.11 (1993), *Principios de protección contra las sobretensiones y sobrecorrientes*.
- UIT-T K.22 (1995), *Inmunidad a las sobretensiones de los equipos conectados a un bus T/S de RDSI*.
- UIT-T K.31 (1993), *Métodos de conexión equipotencial y puestas a tierra dentro de los edificios de abonados*.
- UIT-T K.39 (1996), *Evaluación del riesgo de daños en los emplazamientos de telecomunicaciones debido a las descargas del rayo*.
- UIT-T K.44 (2000), *Pruebas de inmunidad para equipos de telecomunicaciones expuestos a sobretensiones y sobrecorrientes – Recomendación básica*.
- CEI 61000-4-2 (2001), *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-2: Testing and measurement techniques – Electrostatic discharge immunity test*.

#### **3 Definiciones y abreviaturas**

##### **3.1 Definiciones**

Esta Recomendación utiliza los siguientes términos que se definen en UIT-T K.44.

- Inmunidad.
- Protección primaria.
- Protección primaria convenida.
- Inherente; refiérase a la protección inherente.

- Energía específica.
- Coordinación; refiérase a la coordinación de protección.
- Protector especial de prueba.
- Alimentación de energía exclusiva.
- Puertos.
- Protección inherente.
- Dispositivos de protección contra las crestas.

### 3.2 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

c.a.	corriente alterna
c.c.	corriente continua
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
ESD	descarga electrostática ( <i>electrostatic discharge</i> )
n.a.	no aplicable
SPD	Dispositivo de protección contra las crestas ( <i>surge protective device</i> )
UIT-T	Unión Internacional de Telecomunicaciones – Sector de Normalización de las Telecomunicaciones

### 3.3 Símbolos

En esta Recomendación se utilizan los siguientes símbolos.

$U_c$	Tensión de carga de c.c. del generador de crestas
$U_{c(máx)}$	Tensión de carga de c.c. máxima del generador de crestas
$U_{c.a.(máx)}$	Tensión (circuito abierto) de c.a. máxima para las pruebas de tensión de c.a.

## 4 Pruebas

En el cuadro 1 se da un resumen de las pruebas aplicables a los equipos instalados en locales del cliente. Los números que figuran en las columnas "tipo de puerto", por ejemplo 2.2.1a, se refieren al "número de prueba" de los cuadros 2 a 5. La indicación "en estudio" significa que el UIT-T se encuentra examinando esta prueba. Las condiciones de prueba aplicables a los cuatro puertos (conexión a cables simétricos, cables coaxiales, cables de alimentación de energía exclusiva y cable de alimentación principal) figuran en los cuadros 2 a 5. Las condiciones de prueba para las descargas electrostáticas se indican en el cuadro 6. Para información sobre los títulos y términos utilizados en los cuadros véase la cláusula 10/K.44. Las pruebas correspondientes al Bus T/S de la RDSI figuran en UIT-T K.22.

Para seleccionar el requisito de inmunidad mejorado, véase 5.2/K.44.

**Cuadro 1/K.21 – Pruebas aplicables**

Tipo de prueba	N.º de puertos probados simultáneamente	Prueba longitudinal/transversal	Protección primaria	Tipo de puerto			
				Puerto simétrico	Puerto coaxial	Puerto de aliment. de energía exclusiva	Puerto de aliment. princ.
Tensión causada por el rayo	Uno	Longitudinal	No	2.1.1.a	n.a.	4.1.1.a	5.1.1.a
		Transversal	No	2.1.1.b	3.1.1 En estudio	4.1.1.b	5.1.1.b
		Longitudinal	Sí	2.1.2.a	n.a.	4.1.2.a	5.1.2.a
		Transversal	Sí	2.1.2.b	3.1.2 En estudio	4.1.2.b	5.1.2.b
	Varios	Longitudinal	No	2.1.3	n.a.	n.a.	n.a.
			Sí	2.1.4	n.a.	n.a.	n.a.
Corriente causada por el rayo	Uno	Longitudinal	No	2.1.5	n.a.	4.1.5	n.a.
		Transversal	No	n.a.	3.1.3 En estudio	n.a.	n.a.
			Sí	n.a.	n.a.	n.a.	5.1.3 En estudio
	Varios	Longitudinal	No	2.1.6	n.a.	4.1.6 n.a.	n.a.
Blindaje contra rayos	Uno		Sí	n.a.	3.1.4 En estudio	n.a.	n.a.
Caída de potencial en el conductor de tierra	Uno	Longitudinal	No	2.1.7 En estudio	n.a.	4.1.7 En estudio	n.a.
Inducción de energía y elevación del potencial de tierra	Uno	Longitudinal	No	2.2.1.a	n.a.	4.2.1.a	5.2.1 En estudio
		Transversal	No	2.2.1.b	3.2.1 En estudio	4.2.1.b	n.a.
		Longitudinal	Sí	2.2.2.a	n.a.	4.2.2.a	n.a.
		Transverse	Sí	2.2.2.b	3.2.2 En estudio	4.2.2.b	n.a.
Elevación del potencial neutro	Uno	Longitudinal	No	n.a.	n.a.	n.a.	5.2.2
Contacto de energía de la red de alimentación	Uno	Longitudinal	No	2.3.1.a	n.a.	4.3.1.a	n.a.
		Transversal	No	2.3.1.b	n.a.	4.3.1.b	n.a.

**Cuadro 2a/K.21 – Condiciones de prueba de descargas atmosféricas para puertos conectados a cables de pares simétricos externos**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.1.a	Descarga del rayo inherente longitudinal puerto único	A.3.1 y A.5.1.1 10/700 $\mu$ s	$U_{c(m\acute{a}x)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(m\acute{a}x)} = 6 \text{ kV}$ Véanse los comentarios $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	1) La prueba 2.1.1 no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.  2) Si la protección inherente del puerto sometido a prueba contiene SPD conectados a tierra, se utilizará una $U_{c(m\acute{a}x)}$ de 1,5 kV y no una de 6 kV.  3) Si el equipo tiene una caja aislada, la prueba con 6 kV se efectúa recubriendo el equipo con una lámina metálica conductora conectada al circuito de retorno de tierra del generador.
2.1.1.b	Descarga del rayo inherente transversal puerto único	A.3.1 y A.5.1.2 (a y b) 10/700 $\mu$ s	$U_{c(m\acute{a}x)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(m\acute{a}x)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
2.1.2.a	Descarga del rayo coordinación longitudinal puerto único	A.3.1 y A.5.1.1 10/700 $\mu$ s	$U_{c(m\acute{a}x)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(m\acute{a}x)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Protector especial de prueba, véase 8.4/K.44	A Durante la prueba el protector especial de prueba debe funcionar en $U_c = U_{c(m\acute{a}x)}$	Quando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, véase 10.1.1/K.44.
2.1.2.b	Descarga del rayo coordinación transversal puerto único	A.3.1 y A.5.1.2 (a y b) 10/700 $\mu$ s	$U_{c(m\acute{a}x)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(m\acute{a}x)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad			

**Cuadro 2a/K.21 – Condiciones de prueba de descargas atmosféricas para puertos conectados a cables de pares simétricos externos (continuación)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.3	Descarga del rayo inherente longitudinal múltiples puertos	A.3.1 y A.5.1.3 10/700 $\mu$ s	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	La prueba de múltiples puertos se aplica simultáneamente al 100% de los puertos, limitado a un máximo de 8 puertos. Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.
2.1.4	Descarga del rayo longitudinal múltiples puertos	A.3.1 y A.5.1.3 10/700 $\mu$ s	$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido	A	La prueba de múltiples puertos se aplica simultáneamente al 100% de los puertos, limitado a un máximo de 8 puertos.  Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, no hay que quitar esos componentes ni añadir protección primaria.
2.1.5	Corriente de la descarga del rayo puerto único	A.3.4 y A.5.1.1 8/20 $\mu$ s	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$	$I = 5 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba sólo se aplica cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria.
2.1.6	Corriente de la descarga del rayo múltiples puertos	A.3.4 y A.5.1.3 8/20 $\mu$ s	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ Limitado a 6 kA total $R = 0 \Omega$	$I = 5 \text{ kA/hilo}$ Limitado a 30 kA total $R = 0 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	La prueba de múltiples puertos se aplica simultáneamente al 100% de los puertos, limitado a un máximo de 8 puertos.

**Cuadro 2a/K.21 – Condiciones de prueba de descargas atmosféricas para puertos conectados a cables de pares simétricos externos (fin)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.7	Caída de potencial en el conductor de tierra		En estudio	En estudio				

**Cuadro 2b/K.21 – Condiciones de prueba de inducción de energía y elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de pares simétricos externos**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.2.1.a	Inducción de energía inherente longitudinal y elevación del potencial de tierra	A.3.6 y A.5.1.1	$W_{sp(máx)} = 0,2 A^2s$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 V$ $R = 600 \Omega$ $t = 0,2 s$	$W_{sp(máx)} = 0,2 A^2s$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 V$ $R = 600 \Omega$ $t = 0,2 s$	5	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.
2.2.1.b	Inducción de energía inherente transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)			5	Ninguna	A	
2.2.2.a	Inducción de energía inherente/ coordinación longitudinal y elevación del potencial de tierra	A.3.6 y A.5.1.1	$W_{sp(máx)} = 1 A^2s$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 V$ $R = 600 \Omega$ $t = 1,0 s$ (Nota 1)	$W_{sp(máx)} = 10 A^2s$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 1 500 V$ $R = 200 \Omega$ $t_{(máx)} = 2 s$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{c.a.})^2}$ (4-1/K.21) (Nota 2)	5	Protector especial de prueba, véase 8.4/K.44	A	Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, véase 10.1.4/K.44.
2.2.2.b	Inducción de energía inherente/ coordinación transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)			5		A	

**Cuadro 2b/K.21 – Condiciones de prueba de inducción de energía y elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de pares simétricos externos (fin)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.3.1.a	Prueba de contacto de alimentación primaria longitudinal	A.3.6 y A.5.1.1	U <sub>c.a.</sub> = 230 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 15 min para cada resistor de prueba R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 y 1 000 Ω.	U <sub>c.a.</sub> = 230 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 15 min para cada resistor de prueba R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 y 1 000 Ω.	1	Ninguna	Para el nivel básico: Criterio B. Para el nivel mejorado: Criterio A	Refiérase al apéndice I, 1.4/K.44 donde figuran las directrices de ejecución de esta prueba. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria, esta prueba se debe efectuar con el protector especial de prueba.
2.3.1.b	Prueba de contacto de alimentación primaria Transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)	Véase la columna criterios de aceptación.	Véase la columna criterios de aceptación.	1	Ninguna	para resistores de prueba 160, 300 y 600 Ω, Criterio B para el otro resistor.	

NOTA 1 – Las condiciones para la prueba 2.2.2 (nivel de prueba básico) se pueden adaptar a las condiciones locales mediante la variación de los parámetros de prueba dentro de los límites siguientes, de modo que la igualdad  $I^2t = 1 \text{ A}^2\text{s}$  se satisfaga:

$U_{c.a.(máx)} = 300 \text{ V} \dots\dots 600 \text{ V}$ , seleccionada para satisfacer las condiciones locales;

$t \leq 1.0 \text{ s}$ , seleccionado para satisfacer las condiciones locales;

$R \leq 600 \Omega$ , se debe calcular conforme a la ecuación (4-2/K.21).

$$R = U_{c.a.(máx)} \sqrt{\frac{t}{1 \text{ A}^2\text{s}}} \quad (4-2/K.21)$$

NOTA 2 – Para la prueba 2.2.2 (nivel de prueba mejorado) el equipo cumplirá el criterio especificado para todas las combinaciones de tensión/tiempo acotadas (sobre y debajo) por la curva de  $10 \text{ A}^2\text{s}$  tensión/tiempo que se muestra en la figura 1/K.21. La curva de la figura 1 viene definida por la fórmula (4-1/K.21) y las condiciones de límites indicadas en el cuadro 2b/K.21.

**Cuadro 3/K.21 – Condiciones de prueba para puertos conectados a cables coaxiales externos  
En estudio**

<b>Prueba N.º</b>	<b>Descripción de la prueba</b>	<b>Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44</b>	<b>Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44</b>	<b>Niveles de prueba mejorados Véanse también las subcláusulas 5 y 7/K.44</b>	<b>Cantidad de pruebas</b>	<b>Protección primaria</b>	<b>Criterios de aceptación</b>	<b>Comentarios</b>
3.1.1	Descarga del rayo inherente referencial	10/700 $\mu$ s	En estudio	En estudio	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.
3.1.2	Descarga del rayo coordinación diferencial	10/700 $\mu$ s	En estudio	En estudio	5 de cada polaridad	Protector especial de prueba, véase 8.4/K.44	A Durante la prueba el protector especial de prueba debe funcionar en $U_c = U_{c(máx)}$	Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre sin protección primaria esta prueba se debe efectuar en esas mismas condiciones.
3.1.3	Descarga del rayo corriente diferencial	8/20 $\mu$ s	En estudio	En estudio	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba sólo es pertinente cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria.
3.1.4	Prueba de blindaje contra descargas eléctricas	8/20 $\mu$ s	En estudio	En estudio	5 de cada polaridad	Protector especial de prueba, véase 8.4/K.44	A	Se aplica a todos los equipos. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre sin protección primaria efectúese esta prueba en esas mismas condiciones.
3.2.1	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra	c.a.	En estudio	En estudio	5	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.

**Cuadro 3/K.21 – Condiciones de prueba para puertos conectados a cables coaxiales externos**  
**En estudio (fin)**

<b>Prueba N.º</b>	<b>Descripción de la prueba</b>	<b>Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44</b>	<b>Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44</b>	<b>Niveles de prueba mejorados Véanse también las subcláusulas 5 y 7/K.44</b>	<b>Cantidad de pruebas</b>	<b>Protección primaria</b>	<b>Criterios de aceptación</b>	<b>Comentarios</b>
3.2.2	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra	c.a.	En estudio	En estudio	5	Protector especial de prueba, véase 8.4/K.44	A	Se aplica a todos los equipos. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre sin protección primaria efectúese esta prueba en esas mismas condiciones.

**Cuadro 4a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga de rayos para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de c.c. o c.a. externos**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.1.1.a	Descarga del rayo inherente longitudinal puerto único	A.3.1 y A.5.1.1 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	1) La prueba 4.1.1 no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria. 2) Si la protección inherente del puerto sometido a prueba contiene SPD conectados a tierra, se utilizará una $U_{c(máx)}$ de 1,5 kV y no una de 6 kV. 3) Si el equipo tiene una caja aislada, la prueba con 6 kV se efectúa recubriendo el equipo con una lámina metálica conductora conectada al circuito de retorno de tierra del generador.
4.1.1.b	Descarga del rayo inherente transversal puerto único	A.3.1 y A.5.1.2 (a y b) 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
4.1.2.a	Descarga del rayo coordinación longitudinal puerto único	A.3.1 y A.5.1.1 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido	A Durante la prueba, el protector primario convenido	Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, no hay que quitar esos componentes ni añadir protección primaria. Durante la prueba esta protección debe funcionar a $U_c = U_{c(máx)}$
4.1.2.b	Descarga del rayo coordinación transversal puerto único	A.3.1 y A.5.1.2 (a y b) 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido	debe funcionar en la condición $U_c = U_{c(máx)}$	

**Cuadro 4a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga de rayos para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de c.c. o c.a. externos (fin)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.1.3	Descarga del rayo inherente longitudinal múltiples puertos		n.a.	n.a.				
4.1.4	Descarga del rayo longitudinal múltiples puertos		n.a.	n.a.				
4.1.5	Corriente de la descarga del rayo	A.3.4 y A.5.1.1 8/20 µs	I = 1 kA/hilo R = 0 Ω	I = 5 kA/hilo R = 0 Ω	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba sólo es pertinente cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria.
4.1.6	Corriente de la descarga del rayo múltiples puertos		n.a.	n.a.				
4.1.7	Caída de potencial en el conductor de tierra		En estudio	En estudio				
NOTA – No es posible proporcionar directrices en razón del escaso conocimiento de los protectores primarios convenidos. En el ínterin, se han suministrado condiciones de pruebas para puertos de pares simétricos.								

**Cuadro 4b/K.21 – Condiciones de inducción de energía y de elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de c.c. o c.a. externos**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.2.1.a	Inducción de energía inherente longitudinal y elevación del potencial de tierra	A.3.6 y A.5.1.1	$W_{sp(máx)} = 0,2 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 \text{ V}$ $R = 600 \Omega$ $t = 0,2 \text{ s}$	$W_{sp(máx)} = 0,2 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 \text{ V}$ $R = 600 \Omega$ $t = 0,2 \text{ s}$	5	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.
4.2.1.b	Inducción de energía inherente transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)			5	Ninguna	A	
4.2.2.a	Inducción de energía inherente/coordinación longitudinal y elevación del potencial de tierra	A.3.6 y A.5.1.1	$W_{sp(máx)} = 1 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 \text{ V}$ $R = 600 \Omega$ $t = 1,0 \text{ s}$ (Nota 1)	$W_{sp(máx)} = 10 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 2/3, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 1 500 \text{ V}$ $R = 200 \Omega$ $t_{(máx)} = 2 \text{ s}$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{c.a.})^2}$ (4-1/K.21) (Nota 2)	5	Protector primario convenido	A	Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, no hay que quitar esos componentes ni añadir protección primaria.
4.2.2.b	Inducción de energía inherente/coordinación transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)			5	Protector primario convenido	A	

**Cuadro 4b/K.21 – Condiciones de inducción de energía y de elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de c.c. o c.a. externos (fin)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.3.1.a	Prueba de contacto de alimentación primaria longitudinal	A.3.6 y A.5.1.1	U <sub>c.a.</sub> = 230 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 15 min para cada resistor de prueba	U <sub>c.a.</sub> = 230 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 15 min para cada resistor de prueba	1	Ninguna	Para el nivel básico: Criterio B.	Refiérase al apéndice I, I.1.4/K.44 donde figuran las directrices de ejecución de esta prueba. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria, esta prueba se debe efectuar con el protector primario convenido.
4.3.1.b	Prueba de contacto de alimentación primaria transversal	A.3.6 y A.5.1.2 (a y b)	R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 y 1 000 Ω Véase también la columna criterios de aceptación.	R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 y 1 000 Ω Véase también la columna criterios de aceptación.	1	Ninguna	Para el nivel mejorado: Criterio A para resistores de prueba de 160, 300 y 600 Ω, Criterio B para el otro resistor.	

NOTA 1 – Las condiciones para la prueba 4.2.2 (nivel de prueba básico) se pueden adaptar a las condiciones locales mediante la variación de los parámetros de prueba dentro de los límites siguientes, de modo que la igualdad  $I^2t = 1 \text{ A}^2\text{s}$  se satisfaga:

$U_{c.a.(máx)} = 300 \text{ V} \dots\dots 600 \text{ V}$ , seleccionada para satisfacer las condiciones locales;

$t \leq 1,0 \text{ s}$ , seleccionado para satisfacer las condiciones locales;

$R \leq 600 \Omega$ , se debe calcular conforme a la ecuación (4-2/K.21).

$$R = U_{c.a.(máx)} \sqrt{\frac{t}{1 \text{ A}^2\text{s}}} \quad (4-2/K.21)$$

NOTA 2 – Para la prueba 4.2.2 (nivel de prueba mejorado) el equipo cumplirá el criterio especificado para todas las combinaciones de tensión/tiempo acotadas (sobre y debajo) por la curva de  $10 \text{ A}^2\text{s}$  tensión/tiempo que se muestra en la figura 1/K.21. La curva de la figura 1/K.21 viene definida por la fórmula (4-1/K.21) y las condiciones de límites indicadas en el cuadro 4b/K.21.

**Cuadro 5/K.21 – Condiciones de prueba para puertos de alimentación primaria**

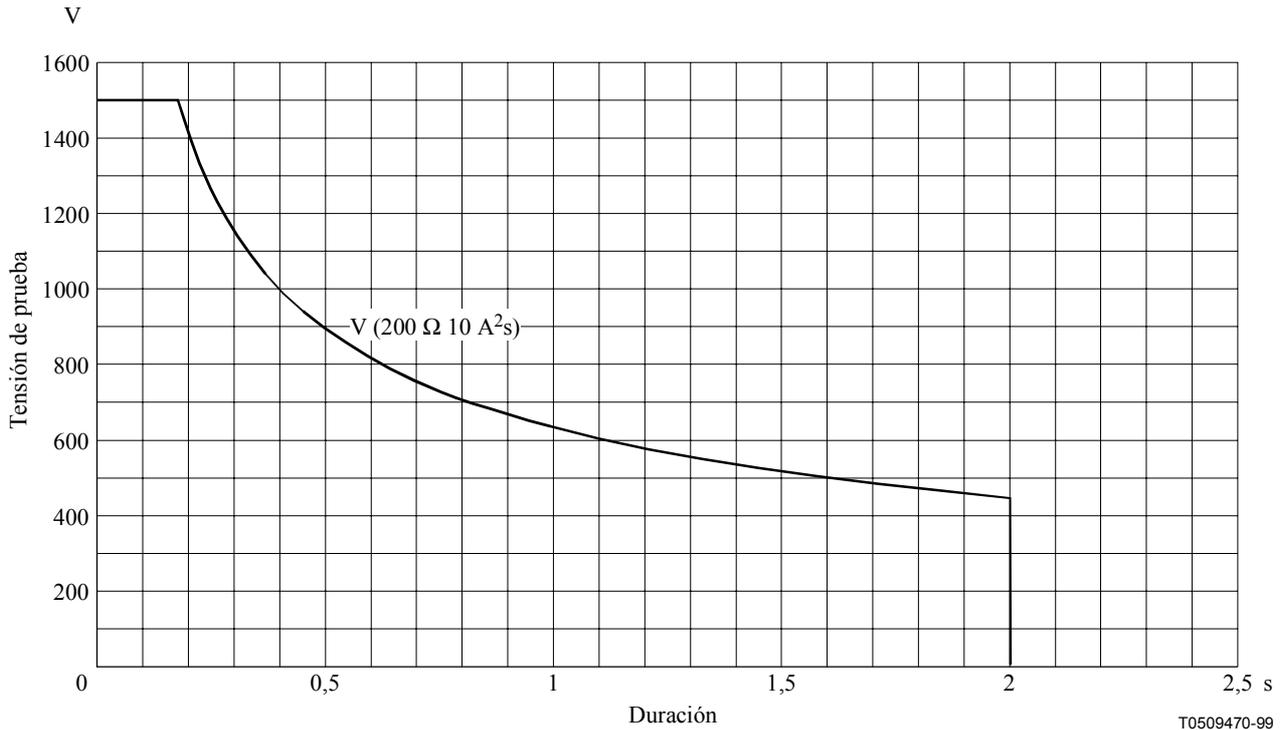
<b>Prueba N.º</b>	<b>Descripción de la prueba</b>	<b>Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44</b>	<b>Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44</b>	<b>Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44</b>	<b>Cantidad de pruebas</b>	<b>Protección primaria</b>	<b>Criterios de aceptación</b>	<b>Comentarios</b>
5.1.1.a	Descarga del rayo puerto alimentación principal longitudinal inherente	Combinación de ondas conforme A.3.5 y A.5.4.1	$U_{c(máx)} = 2,5 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria.
5.1.1.b	Descarga del rayo puerto alimentación principal transversal inherente	Combinación de ondas conforme A.3.5 y A.5.4.2	$U_{c(máx)} = 2,5 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
5.1.2.a	Descarga del rayo puerto alimentación principal longitudinal inherente/ coordinación	Combinación de ondas conforme A.3.5 y A.5.4.1	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 10,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 para cada polaridad	Protector primario convenido (alimentación principal)	A	
5.1.2.b	Descarga del rayo puerto alimentación principal transversal inherente/ coordinación	Combinación de ondas conforme A.3.5 y A.5.4.2	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 10,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido (alimentación principal)	A	

**Cuadro 5/K.21 – Condiciones de prueba para puertos de alimentación primaria (fin)**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba y forma de onda Véase el anexo A/K.44	Niveles de prueba básicos Véase también la cláusula 7/K.44	Niveles de prueba mejorados Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
5.1.3	Corriente de descarga del rayo		En estudio	En estudio	5	Protector primario convenido (alimentación principal)	A	
5.2.1	Elevación del potencial de tierra		En estudio	En estudio	5	Ninguna	A	
5.2.2	Elevación del potencial de tierra neutro	A.3.6 y A.5.4.1 c.a.	U <sub>c.a.</sub> = 600 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 1 s R = 200 Ω	U <sub>c.a.</sub> = 1 500 V Frecuencia = 50 ó 60 Hz t = 1 s R = 200 Ω	5	Ninguna	A	Esta prueba es pertinente sólo cuando el equipo debe estar instalado con sistemas de alimentación primaria del tipo TT o IT y el operador la solicita.

**Cuadro 6/K.21 – Condiciones de prueba para descargas electrostáticas aplicadas al gabinete del equipo**

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de pruebas	Nivel de prueba básico	Nivel de prueba mejorado	Cantidad de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación
6.1.a	Descarga de aire	CEI 61000-4-2 1995	Nivel 3	Nivel 4	5	n.a.	A
6.1.b	Descarga de contacto	CEI 61000-4-2 1995	Nivel 3	Nivel 4	5	n.a.	A
NOTA – La prueba se aplica al gabinete del equipo.							



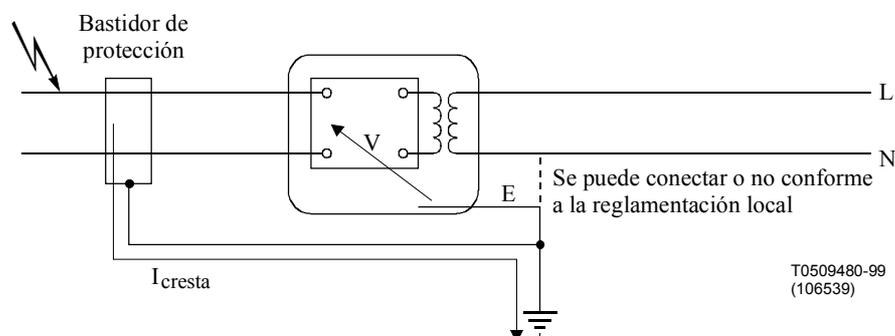
Tensión de prueba en función de la duración para una energía específica y resistencia de la fuente.

**Figura 1/K.21 – Tensión de prueba en función de la duración para obtener 10 A<sup>2</sup>s con 200 Ω**

## APÉNDICE I

### Mecanismo de caída de tensión a tierra

En la figura I.1 se muestra una instalación simple donde se indica cómo una sobrecorriente que fluye por el conductor o toma de tierra que conecta el bastidor de protección al potencial de tierra puede producir una caída de tensión.



V es igual a la tensión producida por la corriente  $I_{cresta}$  que fluye por el conductor de tierra

**Figura I.1/K.21 – Caída de tensión a tierra**

## 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
<b>Serie K</b>	<b>Protección contra las interferencias</b>
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	RGT y mantenimiento de redes: 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 Y	Infraestructura mundial de la información y aspectos del protocolo Internet
Serie Z	Lenguajes y aspectos generales de soporte lógico para sistemas de telecomunicación