



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

K.21

(07/2003)

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

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 los 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 incluyen las crestas causadas por el rayo en las líneas o cerca de ellas, la inducción de corta duración procedente de líneas de energía de corriente alterna o sistemas ferroviarios electrificados adyacentes, la elevación del potencial de tierra debido a fallos de energía, los contactos directos entre líneas de telecomunicaciones y líneas de alimentación y las descargas electrostáticas. Las fuentes de las sobretensiones en las líneas internas son fundamentalmente acoplamientos inductivos provocados por las corrientes del rayo inducidas en pararrayos o conductores cercanos.

Los cambios principales en comparación con la versión de 2000 de esta Recomendación incluyen:

- la sustitución de la prueba longitudinal por una prueba puerto a tierra;
- la introducción de una prueba puerto externo a puerto;
- la adición de los requisitos del puerto interno.

Orígenes

La Recomendación UIT-T K.21 fue aprobada por la Comisión de Estudio 5 (2001-2004) del UIT-T por el procedimiento de la Recomendación UIT-T A.8 el 29 de julio de 2003.

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.

© UIT 2004

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 y abreviaturas	1
4 Pruebas.....	1

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 los equipos de telecomunicaciones conectados o instalados en los locales del cliente. Los requisitos de esta Recomendación incluyen las masas y las tomas de tierra conforme a la Rec. UIT-T K.31.

Esta Recomendación se aplica a puertos externos e internos. La Rec. de base UIT-T K.44 (Métodos y circuitos de prueba) es parte integrante de esta Recomendación. Se debe leer conjuntamente con las Recomendaciones UIT-T K.11 y K.39.

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 acualmente vigentes. En esta Recomendación la referencia a un documento, en tanto que autónomo, no le otorga el rango de una Recomendación.

- Recomendación UIT-T K.11 (1993), *Principios de protección contra las sobretensiones y sobrecorrientes*.
- Recomendación UIT-T K.31 (1993), *Métodos de conexión equipotencial y puestas a tierra dentro de los edificios de abonados*.
- Recomendación UIT-T K.39 (1996), *Evaluación del riesgo de daños en los emplazamientos de telecomunicaciones debido a las descargas del rayo*.
- Recomendación UIT-T K.44 (2003), *Pruebas de inmunidad de los equipos de telecomunicaciones expuestos a las 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

Las definiciones, abreviaturas y símbolos utilizados en esta Recomendación aparecen en la Rec. UIT-T K.44.

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 y para los puertos de cable internos en el

cuadro 7. Para información sobre los títulos y términos utilizados en los cuadros véase la cláusula 10/K.44.

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

NOTA – La prueba puerto a puerto externo, para el nivel de prueba básico, no se aplica cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con una conexión a tierra.

Cuadro 1a/K.21 – Pruebas aplicables a puertos externos

Tipo de prueba	N.º de puertos probados simultáneamente	Conexiones de prueba	Protección primaria	Tipo de puerto			
				Puerto simétrico	Puerto coaxial	Puerto de aliment. de energía	Puerto de aliment. princ.
Tensión causada por el rayo	Uno	Transversal	No	2.1.1.a		4.1.1.a	5.1.1.a
		Puerto a tierra	No	2.1.1.b		4.1.1.b	5.1.1.b
		Puerto a puerto externo	No	2.1.1.c		4.1.1.c	5.1.1.c
		Transversal	Sí	2.1.2.a		4.1.2.a	5.1.2.a
		Puerto a tierra	Sí	2.1.2.b		4.1.2.b	5.1.2.b
		Puerto a puerto externo	Sí	2.1.2.c		4.1.2.c	5.1.2.c
	Varios	Puerto a tierra	No	2.1.3.a		n.a.	n.a.
		Puerto a puerto externo	No	2.1.3.b		n.a.	n.a.
		Puerto a tierra	Sí	2.1.4.a		n.a.	n.a.
		Puerto a puerto externo	Sí	2.1.4.b		n.a.	n.a.
Corriente causada por el rayo	Uno	Puerto a tierra	No	2.1.5.a		4.1.5.a	n.a.
		Puerto a puerto externo	No	2.1.5.b		4.1.5.b	n.a.
	Varios	Puerto a tierra	No	2.1.6.a		n.a.	n.a.
		Puerto a puerto externo	No	2.1.6.b		n.a.	n.a.
Inducción de energía y elevación del potencial de tierra	Uno	Transversal	No	2.2.1.a		4.2.1.a	n.a.
		Puerto a tierra	No	2.2.1.b		4.2.1.b	5.2.1 En estudio
		Puerto a puerto externo	No	2.2.1.c		4.2.1.c	5.2.1 En estudio
		Transversal	Sí	2.2.2.a		4.2.2.a	n.a.
		Puerto a tierra	Sí	2.2.2.b		4.2.2.b	n.a.
		Puerto a puerto externo	Sí	2.2.2.c		4.2.2.c	n.a.
Elevación del potencial neutro	Uno	Puerto a tierra	No	n.a.		n.a.	5.2.2.a
		Puerto a puerto externo	No	n.a.		n.a.	5.2.2.b

Cuadro 1a/K.21 – Pruebas aplicables a puertos externos

Tipo de prueba	N.º de puertos probados simultáneamente	Conexiones de prueba	Protección primaria	Tipo de puerto			
				Puerto simétrico	Puerto coaxial	Puerto de aliment. de energía	Puerto de aliment. princ.
Contacto con la red de alimentación	Uno	Transversal	No	2.3.1.a		4.3.1.a	n.a.
		Puerto a tierra	No	2.3.1.b		4.3.1.b	n.a.
		Puerto a puerto externo	No	2.3.1.c		4.3.1.c	n.a.
NOTA – Los puertos coaxiales están siendo objeto de estudio.							

Cuadro 1b/K.21 – Pruebas aplicables para puertos conectados al cableado interno

Tipo de prueba	Protección primaria	Cable sin apantallar	Cable apantallado	Interfaz de alimentación en continua flotante	Interfaz de alimentación en continua puesta a tierra
Rayo	No	7,1	7,2	7,3	7,4

Cuadro 2a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga del rayo 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.1.a	Descarga del rayo, inherente, transversal, puerto único	A.3.1 y A.6.1-1 (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	<p>1) La prueba 2.1.1 no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria y el operador está de acuerdo. Si no se lleva a cabo esta prueba, se realiza la prueba adecuada indicada en el cuadro 7.</p> <p>2) Si la protección inherente del puerto sometido a prueba contiene dispositivos de protección contra las crestas conectados a tierra, se utilizará una $U_{c(máx)}$ de 1,5 kV en vez de 6 kV.</p> <p>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.</p>
2.1.1.b	Descarga del rayo, inherente, puerto a tierra, puerto único	A.3.1 y A.6.1-2 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ Véanse comentarios $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
2.1.1.c	Descarga del rayo, inherente, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.1 y A.6.1-3 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ Véanse comentarios $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	

Cuadro 2a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga del rayo 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.2.a	Descarga del rayo, coordinación transversal, puerto único	A.3.1 y A.6.1-1 (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 de prueba especial, véase 8.4/K.44	A Durante la prueba el protector de prueba especial debe funcionar en $U_c = U_{c(máx)}$	Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de protección primaria, véase 10.1.1/K.44.
2.1.2.b	Descarga del rayo, coordinación puerto a tierra, puerto único	A.3.1 y A.6.1-2 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			
2.1.2.c	Descarga del rayo, coordinación, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.1 y A.6.1-3 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$ $U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	5 de cada polaridad			
2.1.3.a	Descarga del rayo, inherente, puerto a tierra, múltiples puertos	A.3.1 y A.6.1-4 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	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.
2.1.3.b	Descarga del rayo, inherente, puerto a puerto externo, múltiples puertos	A.3.1 y A.6.1-5 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 1,5 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$				
2.1.4.a	Descarga del rayo, puerto a tierra, múltiples puertos	A.3.1 y A.6.1-4 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	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 descarga del rayo 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.1.4.b	Descarga del rayo, puerto a puerto externo, múltiples puertos	A.3.1 y A.6.1-5 10/700 µs	$U_{c(máx)} = 4 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$	$U_{c(máx)} = 6 \text{ kV}$ $R = 25 \Omega$				Quando 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.a	Corriente de descarga del rayo, puerto a tierra, puerto único	A.3.4 y A.6.1-2 8/20 µs	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$	$I = 5 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba sólo se aplica cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de protección primaria. No se eliminan estos componentes. La prueba de múltiples puertos se aplica simultáneamente al 100% de los puertos, limitado a un máximo de 8 puertos.
2.1.5.b	Corriente de descarga del rayo, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.4 y A.6.1-3 8/20 µs	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$	$I = 5 \text{ kA/hilo}$ $R = 0 \Omega$				
2.1.6.a	Corriente de descarga del rayo, puerto a tierra, múltiples puertos	A.3.4 y A.6.1-4 8/20 µs	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ 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	
2.1.6.b	Corriente de descarga del rayo, puerto a puerto externo, múltiples puertos	A.3.4 y A.6.1-5 8/20 µs	$I = 1 \text{ kA/hilo}$ Limitado a 6 kA total $R = 0 \Omega$	$I = 5 \text{ kA/hilo}$ Limitado a 30 kA total $R = 0 \Omega$				

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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.2.1.a	Inducción de energía inherente, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$W_{sp(máx)} = 0,2 A^2s$ Frecuencia = 16 ⅔, 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 ⅔, 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 y el operador está de acuerdo.
2.2.1.b	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente, puerto de tierra	A.3.6 y A.6.1-2			5	Ninguna	A	
2.2.1.c	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.1-3			5	Ninguna	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

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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.2.2.a	Inducción de energía inherente/ coordinación, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$W_{sp(máx)} = 1 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 ⅔, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 600 \text{ V}$ $R = 600 \Omega$	$W_{sp(máx)} = 10 \text{ A}^2\text{s}$ Frecuencia = 16 ⅔, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 1500 \text{ V}$ $R = 200 \Omega$	5	Protector de prueba especial, véase 8.4/K.44	A	Cuando el equipo contiene componentes con corrientes elevadas que eliminan la necesidad de la protección primaria, véase 10.1.3/K.44.
2.2.2.b	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente/ coordinación, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.1-2	$t = 1,0 \text{ s}$ (Nota 1)	$t_{(máx)} = 2 \text{ s}$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{c.a.})^2}$ (4-1) (Nota 2)	5		A	
2.2.2.c	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente/ coordinación, puerto a tierra externa	A.3.6 y A.6.1-3			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

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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
2.3.1.a	Prueba de contacto de alimentación primaria, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$U_{c.a.} = 230 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 15 \text{ min}$ para cada resistencia de prueba $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 \text{ y } 1000 \Omega$. Véase la columna "Criterios de aceptación".	$U_{c.a.} = 230 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 15 \text{ min}$ para cada resistencia de prueba $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600 \text{ y } 1000 \Omega$. Véase la columna "Criterios de aceptación".	1	Ninguna	Para el nivel básico: Criterio B. Para el nivel mejorado: Criterio A para resistencias de prueba de 160, 300 y 600 Ω , Criterio B para la otra resistencia.	En algunas situaciones la prueba puede realizarse con un reducido número de resistencias limitadas en corriente. Véanse el apartado 11, cláusula 7.2 e I.1.4/K.44 para orientaciones sobre la selección del tamaño necesario de las resistencias. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria, y el operador está de acuerdo, esta prueba se debe efectuar con el protector de prueba especial instalado.
2.3.1.b	Prueba de contacto de alimentación primaria, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.1-2			1	Ninguna		
2.3.1.c	Prueba de contacto de alimentación primaria, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.1-3			1	Ninguna		

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:

$U_{c.a.(m\acute{a}x)} = 300 \text{ V} \dots 600 \text{ V}$, 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:

$$U_{a.c.} R = U_{a.c.(m\acute{a}x)} \sqrt{\frac{t}{1 \text{ A}^2\text{s}}} \quad (4-2)$$

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 (por encima y por debajo) por la curva de $10 \text{ A}^2\text{s}$ tensión/tiempo que se muestra en la figura 1. La curva de la figura 1 viene definida por la ecuación 4-1 y las condiciones de límites indicadas en el cuadro 2b.

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

Cuadro 4a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga de rayos para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de corriente continua o corriente alterna 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.1.1.a	Descarga del rayo, inherente, transversal puerto único	A.3.1 y A.6.1-1 (a y b) 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 y el operador está de acuerdo. Si esta prueba no se lleva a cabo, se realiza la prueba correspondiente indicada en el cuadro 7. 2) Si la protección inherente del puerto sometido a prueba contiene dispositivos de conexión contra cresta conectados a tierra, se utilizará una $U_{c(máx)}$ de 1,5 kV en vez de 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, puerto a tierra, puerto único	A.3.1 y A.6.1-2 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	
4.1.1.c	Descarga del rayo, inherente, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.1 y A.6.1-2 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	

Cuadro 4a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga de rayos para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de corriente continua o corriente alterna 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.1.2.a	Descarga del rayo, coordinación, transversal, puerto único	A.3.1 y A.6.1-1 (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 de prueba especial	A Durante la prueba, el protector de prueba especial debe funcionar en la condición $U_c = U_{c(máx)}$	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 $U_c = U_{c(máx)}$ Si el protector primario es un dispositivo de tipo fijación debe utilizarse el circuito de prueba y los niveles de prueba especificados en 4.1.5.
4.1.2.b	Descarga del rayo, coordinación, puerto a tierra, puerto único	A.3.1 y A.6.1-2 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 de prueba especial		
4.1.2.c	Descarga del rayo, coordinación, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.1 y A.6.1-3 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 de prueba especial		
4.1.3	Descarga del rayo, inherente, puerto a tierra y puerto a puerto a puerto externo, múltiples puertos		n.a.	n.a.				
4.1.4	Descarga del rayo, puerto a tierra y puerto a puerto externo, múltiples puertos		n.a.	n.a.				

Cuadro 4a/K.21 – Condiciones de prueba de descarga de rayos para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de corriente continua o corriente alterna 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.1.5.a	Corriente de descarga del rayo, puerto a tierra, puerto único	A.3.4 y A.6.1-2 8/20 μ s	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. No se eliminan esos componentes.
4.1.5.b	Corriente de descarga del rayo, puerto a puerto externo, puerto único	A.3.4 y A.6.1.3 8/20 μ s	I = 1 kA/hilo R = 0 Ω	I = 5 kA/hilo R = 0 Ω	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
4.1.6	Corriente de descarga del rayo, múltiples puertos		n.a.	n.a.				
<p>NOTA – No es posible proporcionar directrices en razón del escaso conocimiento que se tiene de los protectores primarios convenidos. Mientras tanto, se han indicado las condiciones de prueba para puertos de pares simétricos.</p>								

Cuadro 4b/K.21 – Condiciones de prueba de inducción de energía y de elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de corriente continua o corriente alterna 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.2.1.a	Inducción de energía inherente, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$W_{sp(máx)} = 0,2 A^2s$ Frecuencia = 16 ⅓, 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 ⅓, 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 y el operador está de acuerdo.
4.2.1.b	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.1-2			5	Ninguna	A	
4.2.1.c	Inducción de energía y elevación del potencial de tierra, inherente, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.1-3			5	Ninguna	A	
4.2.2.a	Inducción de potencia, inherente/coordinación, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$W_{sp(máx)} = 1 A^2s$ Frecuencia = 16 ⅓, 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 ⅓, 50 ó 60 Hz $U_{c.a.(máx)} = 1500 V$ $R = 200 \Omega$ $t_{(máx)} = 2 s$ $t = \frac{W_{sp} \times R^2}{(U_{a.c.})^2} \quad (4-1)$ (Nota 2)	5	Protección de prueba especial	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 potencia y elevación del potencial de tierra, inherente/coordinación, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.1-2			5	Protección de prueba especial	A	
4.2.2.c	Inducción de potencia y elevación del potencial de tierra, inherente/coordinación, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.1-3			5	Protección de prueba especial	A	

Cuadro 4b/K.21 – Condiciones de prueba de inducción de energía y de elevación del potencial de tierra para puertos conectados a cables de alimentación de energía exclusivos de corriente continua o corriente alterna 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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
4.3.1.a	Prueba de contacto de alimentación primaria, transversal	A.3.6 y A.6.1-1 (a y b)	$U_{c.a.} = 230 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 15 \text{ min}$ para cada resistencia de prueba $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600$ y 1000Ω Véase la columna "Criterios de aceptación".	$U_{c.a.} = 230 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 15 \text{ min}$ para cada resistencia de prueba $R = 10, 20, 40, 80, 160, 300, 600$ y 1000Ω Véase la columna "Criterios de aceptación".	1	Ninguna	Para nivel básico: Criterio B. Para nivel mejorado: Criterio A para resistencias de prueba de 160, 300 y 600 Ω , Criterio B para la otra resistencia.	En algunas situaciones la prueba puede realizarse con un número reducido de resistencias con limitación de corriente. Véanse el apartado 11, cláusula 7.2 e I.1.4/K.44 de las directrices sobre la selección del tamaño adecuado de las resistencias. Cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria, y el operador está de acuerdo, debe realizarse esta prueba con el protector de prueba especial instalado.
4.3.1.b	Prueba de contacto de alimentación primaria, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.1-2			1	Ninguna		
4.3.1.c	Prueba de contacto de alimentación primaria, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.1-3			1	Ninguna		

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:

$U_{c.a.(máx)} = 300 \text{ V} \dots 600 \text{ V}$, 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:

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

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 (por encima y por debajo) por la curva de $10 \text{ A}^2\text{s}$ tensión/tiempo que se muestra en la figura 1. La curva de la figura 1 viene definida por la ecuación 4-1 y las condiciones de límites indicadas en el cuadro 4b.

Cuadro 5/K.21 – Condiciones de prueba para los puertos de alimentación de energía principal

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba en forma de onda (Véase el anexo A/K.44)	Niveles de pruebas básicos (Véase también la cláusula 7/K.44)	Niveles de prueba mejorados (Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
5.1.1.a	Descarga del rayo, inherente, transversal	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-1	$U_{c(máx)} = 2,5 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Esta prueba no es pertinente cuando el equipo está diseñado para ser utilizado siempre con protección primaria y el operador está de acuerdo.
5.1.1.b	Descarga del rayo, inherente, puerto a tierra	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-2	$U_{c(máx)} = 2,5 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
5.1.1.c	Descarga del rayo, inherente, puerto a puerto externo	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-3	$U_{c(máx)} = 2,5 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
5.1.2.a	Descarga del rayo, inherente/ coordinación, transversal	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-1	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 10,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido (alimentación principal). (Nota 2).	A	
5.1.2.b	Descarga del rayo, inherente/ coordinación, puerto a tierra	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-2	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 10,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido (alimentación principal). (Nota 2).	A	

Cuadro 5/K.21 – Condiciones de prueba para los puertos de alimentación de energía principal

Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba en forma de onda (Véase el anexo A/K.44)	Niveles de pruebas básicos (Véase también la cláusula 7/K.44)	Niveles de prueba mejorados (Véanse también las cláusulas 5 y 7/K.44)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
5.1.2.c	Descarga del rayo, inherente/coordinación, puerto a puerto externo	Combinación de ondas conforme a A.3-5 y A.6.4-3	$U_{c(máx)} = 6,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	$U_{c(máx)} = 10,0 \text{ kV}$ $R = 0 \ \Omega$	5 de cada polaridad	Protector primario convenido (alimentación principal). (Nota 2).	A	
5.2.1	Elevación del potencial de tierra		En estudio	En estudio	5	Ninguna	A	
5.2.2.a	Elevación del potencial del neutro, puerto a tierra	A.3.6 y A.6.4-1 c.a.	$U_{a.c.} = 600 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 1 \text{ s}$ $R = 200 \ \Omega$	$U_{a.c.} = 1500 \text{ V}$ Frecuencia = 50 ó 60 Hz $t = 1 \text{ s}$ $R = 200 \ \Omega$	5	Ninguna	A	Esta prueba es pertinente sólo cuando el equipo debe estar instalado con sistemas de alimentación primario del tipo TT o IT y el operador lo solicita.
5.2.2.b	Elevación del potencial de tierra neutro, puerto a puerto externo	A.3.6 y A.6.4-2 c.a.			5	Ninguna	A	
<p>NOTA 1 – La prueba del cuadro 5 se aplica a los equipos alimentados con la red principal y la combinación de módulo enchufable y equipo alimentado mediante módulo enchufable.</p> <p>NOTA 2 – La longitud total del hilo conductor utilizado para conectar el protector primario convenido será de 1 m.</p>								

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

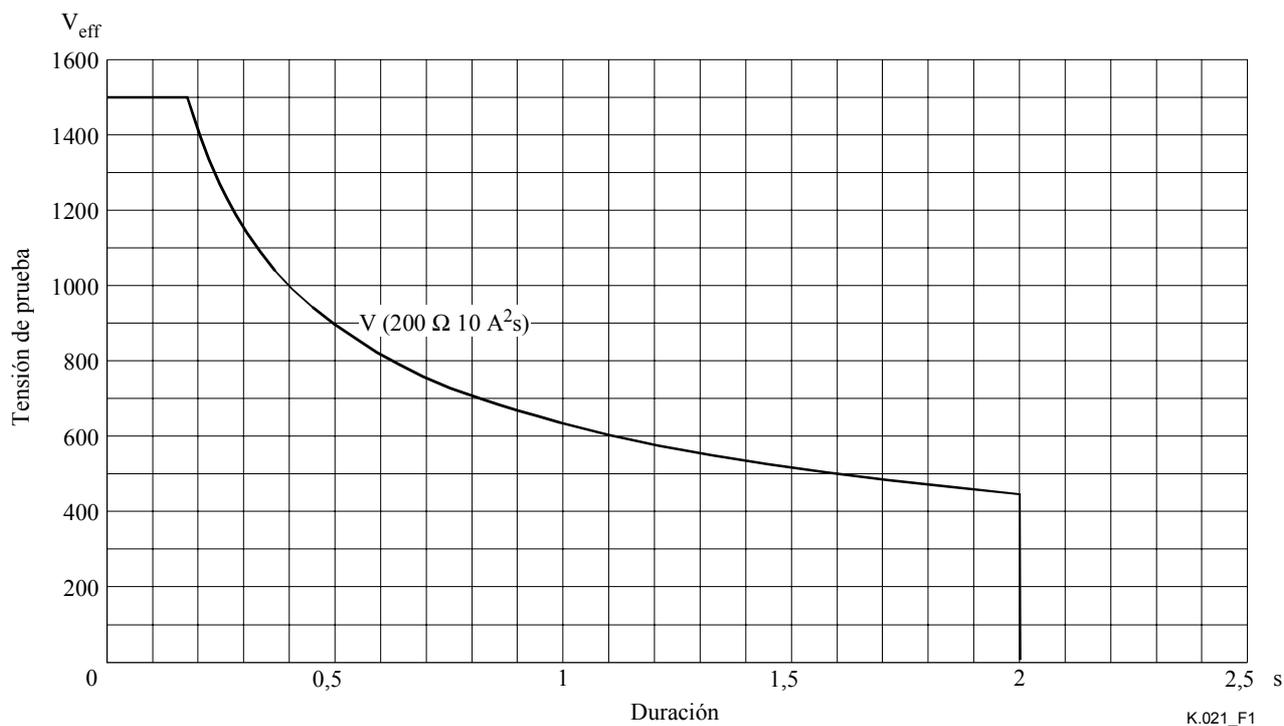
Prueba N.º	Descripción de la prueba	Circuito de prueba	Nivel de prueba básico	Nivel de prueba mejorado	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación
6.1.a	Descarga por arco	CEI 61000-4-2 1995	Nivel 3	Nivel 4	5	n.a.	A
6.1.b	Descarga de contacto	CEI 61000-4-2 1995	Nivel 3	Nivel 4	5	n.a.	A

NOTA – La prueba se aplica al bastidor del equipo.

Cuadro 7/K.21 – Condiciones de prueba de descargas del rayo para puertos conectados a cables internos

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)	Número de pruebas	Protección primaria	Criterios de aceptación	Comentarios
7.1	Cable sin apantallar	Figuras A.3-5 y A.6-1 R = 10 Ω	$U_{c(máx)} = 1000 \text{ V}$	$U_{c(máx)} = 1500 \text{ V}$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
7.2	Cable apantallado	Figuras A.3-5 y A.6.5-1 R = 0 Ω	$U_{c(máx)} = 1000 \text{ V}$	$U_{c(máx)} = 1500 \text{ V}$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	
7.3	Interfaz de alimentación en continua flotante	Figuras A.3-5 y A.6.3-1 R = 0 Ω Elemento de acoplamiento = 10 Ω + 9 μF en serie	$U_{c(máx)} = 1000 \text{ V}$	$U_{c(máx)} = 1500 \text{ V}$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Para alimentación en continua con ambos lados flotantes
7.4	Interfaz de alimentación en continua puesta a tierra	Figuras A.3-5 y A.6.3-2a R = 0 Ω dpf1 elemento de acoplamiento = 10 Ω + 9 μF en serie dpf2 conectado al circuito de retorno de tierra del generador	$U_{c(máx)} = 1000 \text{ V}$	$U_{c(máx)} = 1500 \text{ V}$	5 de cada polaridad	Ninguna	A	Para alimentación en continua con un lado puesto a tierra

NOTA – En los equipos sin conexión de tierra se recubre el equipo con una lámina metálica y se conecta la lámina al circuito de retorno de tierra del generador.



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 A²s con 200 Ω

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 multimedia
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Redes de cable y transmisión de programas radiofónicos y televisivos, y de otras señales multimedia
Serie K	Protección contra las interferencias
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