



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

UIT-T

SECTOR DE NORMALIZACIÓN
DE LAS TELECOMUNICACIONES
DE LA UIT

L.36

(10/98)

SERIE L: CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y
PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS
ELEMENTOS DE PLANTA EXTERIOR

Conectores de fibra óptica monomodo

Recomendación UIT-T L.36

(Anteriormente Recomendación del CCITT)

RECOMENDACIONES DE LA SERIE L DEL UIT-T
**CONSTRUCCIÓN, INSTALACIÓN Y PROTECCIÓN DE LOS CABLES Y OTROS ELEMENTOS DE
PLANTA EXTERIOR**



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

RECOMENDACIÓN UIT-T L.36

CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

Resumen

Esta Recomendación describe las principales características de los conectores de fibra óptica, en cuanto a tipos, campos de aplicación, configuraciones y aspectos técnicos. Además, se examinan las características ópticas, mecánicas y ambientales de los conectores de fibra óptica y se indican sus requisitos generales y métodos de prueba.

Esta Recomendación, aunque toma en consideración la Recomendación G.671 en lo que respecta a los parámetros de transmisión, se basa en los últimos trabajos llevados a cabo por los Grupos de Trabajo 4, 6 y 7 del CEI 86B, y que constituirán las futuras series CEI 1753-2-1 y CEI 61300.

Orígenes

La Recomendación UIT-T L.36 ha sido preparada por la Comisión de Estudio 6 (1997-2000) del UIT-T y fue aprobada por el procedimiento de la Resolución N.º 1 de la CMNT el 9 de octubre de 1998.

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 Conferencia Mundial de Normalización de las Telecomunicaciones (CMNT), que se celebra cada cuatro años, establece los temas que han de estudiar las Comisiones de Estudio del UIT-T, que a su vez producen Recomendaciones sobre dichos temas.

La aprobación de Recomendaciones por los Miembros del UIT-T es el objeto del procedimiento establecido en la Resolución N.º 1 de la CMNT.

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 1998

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

Página

1	Alcance.....	1
2	Abreviaturas	1
3	Información general.....	1
4	Equipos y configuraciones	2
4.1	Tipos de fibras.....	2
4.2	Tipos de cables	2
4.3	Sistemas de alineación de fibras.....	2
4.4	Terminación de los extremos de las fibras	2
4.5	Mecanismos de acoplamiento	3
5	Parámetros característicos	3
5.1	Parámetros ópticos	3
5.1.1	Atenuación	3
5.1.2	Pérdida de retorno	3
5.1.3	Clases de longitud de onda.....	3
5.2	Parámetros mecánicos y ambientales	3
5.2.1	Vibración.....	3
5.2.2	Resistencia del mecanismo de acoplamiento	3
5.2.3	Resistencia mecánica de la unión de la fibra/cable con el conector de enchufe	4
5.2.4	Resistencia mecánica	4
5.2.5	Temperatura de funcionamiento	4
5.2.6	Resistencia climática.....	4
6	Criterios de calidad de funcionamiento y métodos de prueba.....	4
6.1	Características de funcionamiento óptico.....	4
6.1.1	Atenuación (CEI 61300-3-4).....	4
6.1.2	Pérdida de retorno (CEI 61300-3-6).....	5
6.2	Características mecánicas y ambientales.....	5
6.2.1	Vibraciones (CEI 61300-2-1).....	5
6.2.2	Resistencia del mecanismo de acoplamiento (CEI 61300-2-6)	5
6.2.3	Resistencia mecánica de la unión de la fibra/cable con el conector de enchufe	5
6.2.4	Resistencia mecánica (CEI 61300-2-2).....	5
6.2.5	Temperatura de funcionamiento	6
6.2.6	Resistencia climática.....	6

	Página
7 Identificación de los conectores	7
Apéndice I.....	7

Recomendación L.36

CONECTORES DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO

(Ginebra, 1998)

1 Alcance

Esta Recomendación:

- ofrece información general sobre los principales tipos de conectores de fibra óptica, su campo de aplicación y sus principales requisitos de comportamiento óptico, mecánico y ambiental;
- presenta una clasificación de estos componentes con arreglo a las configuraciones funcionales en la planta de fibra óptica;
- ofrece una descripción general de los principios básicos de funcionamiento y de las tecnologías de fabricación de los conectores de fibra óptica;
- describe los parámetros ópticos más importantes e indica las especificaciones generales de las características ópticas, mecánicas y ambientales de los conectores ópticos;
- describe los principales métodos de prueba de los conectores de fibra óptica.

2 Abreviaturas

En esta Recomendación se utilizan las siguientes siglas.

A	Atenuación
APC	Contacto físico en ángulo (<i>angled physical contact</i>)
CEI	Comisión Electrotécnica Internacional
CENELEC	Comité Europeo de Normalización Eléctrica
PC	Contacto físico (<i>physical contact</i>)
RL	Pérdida de retorno (<i>return loss</i>)

3 Información general

Los conectores de fibra óptica permiten unir los extremos de dos fibras ópticas. Dicha unión no es permanente, sino que puede abrirse y cerrarse varias veces. Los conectores ópticos son necesarios en los puntos de la red en los que se requiere flexibilidad en su configuración.

Pueden utilizarse en todo tipo de redes, en los puertos de entrada y salida de los sistemas de transmisión, así como para la conexión de equipos de prueba e instrumentación.

La configuración de la conexión puede ser de clavija-adaptador-clavija o clavija-enchufe.

Los principales efectos de la introducción de un conector en una línea óptica son la atenuación de la señal transmitida y la reflexión de parte de dicha señal.

4 Equipos y configuraciones

Los conectores de fibra óptica se pueden clasificar con arreglo a:

- el tipo de cable;
- el tipo de fibra;
- el sistema de alineación de la fibra;
- la terminación del extremo de la fibra óptica;
- el número de fibras empalmadas;
- el tipo de mecanismo de acoplamiento.

4.1 Tipos de fibras

El tipo de conector, y en particular su grado de precisión mecánica, dependen del tipo de fibra que se desea unir. Las fibras consideradas son las que especifican las Recomendaciones G.650 a G.655. Especialmente, se necesita una gran precisión para alinear dos fibras monomodo donde la luz circula por un núcleo de aproximadamente 10 μm .

4.2 Tipos de cables

El conector puede montarse en:

- fibras con recubrimiento primario (250 μm);
- fibras con recubrimiento secundario (900 μm); y
- cables de una sola fibra (normalmente entre 2 y 3 mm).

4.3 Sistemas de alineación de fibras

- a) **Alineación directa:** En este tipo de solución se utiliza una ranura en V o tubos capilares para la alineación directa de la fibra desnuda.
- b) **Alineación secundaria:** En este caso la fibra está fijada a una estructura. Estas estructuras son habitualmente virolas cilíndricas para la unión de una sola fibra o elementos con sección rectangular para la unión de fibras múltiples. Estas estructuras se alinean por medio de manguitos, patillas u otros sistemas.
- c) **Alineación por lente:** La alineación óptica de las fibras se consigue por medio de una lente.

4.4 Terminación de los extremos de las fibras

En el caso de la alineación directa, simplemente se corta la fibra de forma precisa. Por el contrario, cuando se introduce la fibra en una estructura secundaria se debe preparar el extremo para obtener una terminación de la calidad deseada. Puede haber dos clases de terminaciones:

- a) **Contacto físico (PC):** Esta terminación se utiliza habitualmente para conectores de una sola fibra. La terminación se pule con forma de esfera para conseguir un contacto perfecto entre los núcleos de ambas fibras y mejorar la calidad de transmisión del conector. Un valor característico del radio esférico es: 10-25 mm.
- b) **Contacto físico en ángulo (APC):** La terminación es similar a la de PC, pero en este caso la superficie pulida está inclinada respecto al eje de la fibra. Esta solución permite reducir a niveles muy bajos la potencia reflejada. Los ángulos característicos son 8 ó 9 grados para fibras tipo G.652.

4.5 Mecanismos de acoplamiento

Los sistemas más comunes para encajar un enchufe en otro (o una clavija en un enchufe) son los siguientes:

- mecanismo de empuje-tracción (push-pull);
- mecanismo de rosca;
- mecanismo de bayoneta.

5 Parámetros característicos

5.1 Parámetros ópticos

Son varios los parámetros que determinan las características de los conectores de fibra óptica; los más importantes son los siguientes:

5.1.1 Atenuación

La atenuación que introducen los conectores de fibra óptica viene dada por:

$$A = -10 \cdot \text{Log} \frac{P_i}{P_0} \text{ dB}$$

donde P_0 es la potencia óptica justo antes de la conexión y P_i es la potencia óptica justo después de la conexión.

5.1.2 Pérdida de retorno

La pérdida de retorno introducida por el conector de fibra óptica viene dada por:

$$RL = 10 \cdot \text{Log} \frac{P_r}{P_0} \text{ dB}$$

donde P_0 es la potencia óptica medida en la interfaz de conexión y P_r es la potencia óptica reflejada por el conector.

5.1.3 Clases de longitud de onda

Los componentes se pueden fabricar para dos clases de longitud de onda:

- Clase 1 para los requisitos obligatorios y normalizados de telecomunicación en las bandas de 1260-1360 nm y 1480-1580 nm.
- Clase 2 para operaciones de mantenimiento en la banda extendida de 1600-1650 nm.

5.2 Parámetros mecánicos y ambientales

5.2.1 Vibración

Este parámetro permite evaluar la resistencia de los conectores cuando se aplica una oscilación sinusoidal a lo largo de tres ejes ortogonales.

5.2.2 Resistencia del mecanismo de acoplamiento

Fuerza de tracción que soporta el mecanismo de acoplamiento justo antes de que se produzca la desconexión del conector.

5.2.3 Resistencia mecánica de la unión de la fibra/cable con el conector de enchufe

Resistencia del punto de unión de la fibra o cable con el enchufe cuando está sometido a una tensión mecánica de tracción o torsión.

5.2.4 Resistencia mecánica

Este parámetro determina el número de conexiones garantizadas por el conector sin degradaciones de las características ópticas.

5.2.5 Temperatura de funcionamiento

Gama de temperaturas en la que están garantizadas las características de funcionamiento del conector de fibra óptica.

5.2.6 Resistencia climática

Para evaluar la calidad de funcionamiento ambiental se recomiendan las siguientes pruebas:

- frío;
- calor seco;
- calor húmedo;
- secuencia climática.

6 Criterios de calidad de funcionamiento y métodos de prueba

El nivel de confianza de las mediciones del límite de calidad es del 95%, salvo indicación en contrario.

Los documentos de referencia para todos los requisitos, procedimientos y métodos de prueba son los siguientes:

- Recomendación UIT-T G.671 (1996), *Características de transmisión de los componentes ópticos pasivos*.
- CEI 1753-2-1/Ed. 1, *Performance standard of fibre optic interconnecting devices and passive components* (pendiente de publicación).
- CEI Serie 61300, *Basic Test and Measurements Procedures. Fibre optic interconnecting devices and passive components*.

6.1 Características de funcionamiento óptico

6.1.1 Atenuación (CEI 61300-3-4)

Se pueden definir dos grados de atenuación según las aplicaciones:

Grado P: valor medio $\leq 0,35$ dB
valor máximo $\leq 1,00$ dB para $\geq 97\%$ de las combinaciones de acoplamientos.

Grado Q: valor medio $\leq 0,30$ dB
valor máximo $\leq 0,60$ dB para $\geq 99\%$ de las combinaciones de los acoplamientos.

Estos valores se refieren a acoplamientos aleatorios entre enchufes de fabricación normal.

6.1.2 Pérdida de retorno (CEI 61300-3-6)

Se pueden definir cuatro clases de pérdida de retorno según las aplicaciones:

- Clase S: ≥ 25 dB
- Clase T: ≥ 35 dB
- Clase U: ≥ 50 dB
- Clase V: ≥ 55 dB

Estos valores se refieren a acoplamientos aleatorios entre enchufes de una misma fabricación normal.

Las clases S, T, U se refieren a fibras con terminación PC mientras la clase V se refiere a fibras con terminación APC.

6.2 Características mecánicas y ambientales

6.2.1 Vibraciones (CEI 61300-2-1)

La variación de la atenuación debe ser $\leq 0,20$ dB y el valor de RL no debe exceder los límites de cada clase durante una prueba de vibración en las siguientes condiciones:

- gama de frecuencias: 10-55 Hz
- duración de la prueba por eje: 0,5 horas
- número de ejes: tres, ortogonales
- número de ciclos (10-55-10): 15
- amplitud de la vibración: 1,5 mm (cresta a cresta)

6.2.2 Resistencia del mecanismo de acoplamiento (CEI 61300-2-6)

La prueba se lleva a cabo aplicando una carga axial específica entre el enchufe y el adaptador.

El valor de la carga y la duración de la prueba se especifican en función del mecanismo de acoplamiento y de los valores nominales del fabricante para el tipo de conector en cuestión.

Durante la prueba, la atenuación no debe aumentar más de 0,20 dB.

6.2.3 Resistencia mecánica de la unión de la fibra/cable con el conector de enchufe

6.2.3.1 Tracción (CEI 61300-2-4)

La prueba se lleva a cabo aplicando una carga axial entre el cable y el enchufe. La carga debe ser el valor nominal máximo del fabricante para el tipo de conector en cuestión.

Durante la prueba, la atenuación no debe aumentar más de 0,20 dB.

6.2.3.2 Torsión (CEI 61300-2-5)

La prueba se lleva a cabo aplicando al cable un par torsor a una distancia de 10 cm del conector; una carga mantiene el cable tenso. La carga debe ser el valor nominal máximo del fabricante para el tipo de conector en cuestión.

Durante la prueba, la atenuación no debe aumentar más de 0,20 dB.

6.2.4 Resistencia mecánica (CEI 61300-2-2)

La prueba se lleva a cabo conectando 500 veces un enchufe y un adaptador (en un solo lado del conector en la configuración enchufe-adaptador-enchufe).

El conector se puede limpiar a intervalos definidos (no menos de 10 acoplamientos) durante la prueba, y al terminar la misma antes de realizar la medición.

La variación de la atenuación debe ser menor de 0,20 dB y la pérdida de retorno no debe caer por debajo del valor mínimo para cada grado.

6.2.5 Temperatura de funcionamiento

Se recomienda que las características de funcionamiento del conector estén garantizadas en la gama de temperaturas de -25°C a $+70^{\circ}\text{C}$.

6.2.6 Resistencia climática

6.2.6.1 Frío (CEI 61300-2-17)

Temperatura: -25°C

Duración: 16 horas

Preacondicionamiento y recuperación: 2 horas a temperatura ambiente.

La atenuación se medirá antes, durante la prueba a intervalos máximos de 1 hora, y después de la misma. Variación admisible de la atenuación: $\leq 0,20$ dB a 1550 nm.

La pérdida de retorno se medirá antes, durante y después de la prueba y deberá cumplir los requisitos de cada clase.

6.2.6.2 Calor seco (CEI 61300-2-18)

Temperatura: 70°C

Duración: 96 horas

Preacondicionamiento y recuperación: 2 horas a temperatura ambiente.

La atenuación se medirá antes, durante la prueba a intervalos máximos de 1 hora, y después de la misma. Variación admisible de la atenuación: $\leq 0,20$ dB a 1550 nm.

La pérdida de retorno se medirá antes, durante y después de la prueba y deberá cumplir los requisitos de cada clase.

La resistencia mecánica del mecanismo de acoplamiento se medirá al finalizar la prueba y después del procedimiento de recuperación.

6.2.6.3 Calor húmedo (CEI 61300-2-19)

Temperatura: 40°C

Humedad relativa: $93 \pm 2\%$

Duración: 96 horas

Preacondicionamiento y recuperación: 2 horas a temperatura ambiente.

La atenuación se medirá antes, durante la prueba a intervalos máximos de 1 hora, y después de la misma. Variación admisible de la atenuación: $\leq 0,20$ dB a 1550 nm.

La pérdida de retorno se medirá antes, durante y después de la prueba y deberá cumplir los requisitos de cada clase.

6.2.6.4 Secuencia climática (CEI 61300-2-22)

Temperatura alta: 70°C

Temperatura baja: -25°C

Duración a temperatura extrema: 1 hora.

Rapidez de variación de la temperatura: $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$.

Número de ciclos: 12.

Preacondicionamiento y recuperación: 2 horas a temperatura ambiente.

La atenuación se medirá antes, durante la prueba a intervalos máximos de 10 minutos, y después de la misma. Variación admisible de la atenuación: $\leq 0,20$ dB a 1550 nm.

La pérdida de retorno se medirá antes, durante la prueba a intervalos máximos de 10 minutos, y después de la misma y deberá cumplir los requisitos para cada clase.

7 Identificación de los conectores

Teniendo en cuenta los diferentes tipos de fibras, cables y pulimientos de los extremos y los grados de atenuación y de pérdida de retorno, la normalización de los criterios de identificación de los conectores resulta de gran importancia.

Aunque en estos momentos no hay definida ninguna norma internacional completa, la tendencia general es utilizar un código de colores para los conectores de cuerpo plástico con objeto de distinguir los de tipo PC de los APC, independientemente del valor de la pérdida de retorno.

Se utiliza el azul para los PC y el verde para los APC.

Es preciso proseguir los estudios para definir un sistema de identificación de los conectores de cuerpo metálico.

Los cuadros I.1 e I.2 muestran diferentes experiencias a este respecto.

APÉNDICE I

El cuadro I.1 muestra el código de colores de las diversas partes de los conectores de cuerpo plástico que estudia CENELEC SC 86BXA y que ya ha sido adoptado por algunos países europeos. El cuadro I.2 muestra el código de colores de las diversas partes de los conectores de cuerpo plástico utilizado en las especificaciones de Bellcore y aplicado en los Estados Unidos. Este código de colores se viene utilizando en Estados Unidos desde hace más de seis años, por lo que sería difícil de modificar.

Es de señalar que sería también deseable la normalización de un código de colores para los cables de una sola fibra, de manera que se puedan distinguir las fibras G.652 y G.653 (en Italia, por ejemplo, se utilizan los colores azul y naranja respectivamente). Sin embargo, las empresas de explotación de algunos otros países no utilizan cables monofibra con fibra G.653, y en Estados Unidos y España el amarillo siempre ha sido el código de color para los cables monofibra con fibra G.652 desde que ésta existe.

Cuadro I.1/L.36 – Código de colores de los conectores ópticos

Tipo de contacto	Clase de atenuación	Clase de pérdida de retorno	Cuerpo del enchufe	Base	Otros elementos (Nota)
PC	P	25 dB 35 dB 50 dB	AZUL	Amarillo Azul Blanco	Por definir
PC	Q	25 dB 35 dB 50 dB	AZUL	Amarillo Azul Blanco	Por definir
APC 8°	P ----- Q		VERDE	VERDE	Por definir
APC 9°	P ----- Q		VERDE	ROJO	Por definir
NOTA – Se debe definir otra parte o elemento para distinguir los conectores de clase P y Q. Como propuesta, se podría añadir un anillo en el extremo de la base con la marca "P" o "Q".					

Cuadro I.2/L.36 – Código de colores de los conectores ópticos

Tipo de contacto	Atenuación	Clase de pérdida de retorno	Cuerpo del enchufe	Base
PC	No especificada	≥ 30 dB ≥ 40 dB ≥ 55 dB	Azul	Rojo Blanco Azul oscuro
APC 8°	No especificada	≥ 60 dB	Verde	Verde
APC 9°	No especificada	≥ 60 dB	Verde	Verde

SERIES DE RECOMENDACIONES DEL UIT-T

Serie A	Organización del trabajo del UIT-T
Serie B	Medios de expresión: definiciones, símbolos, clasificación
Serie C	Estadísticas generales de telecomunicaciones
Serie D	Principios generales de tarificación
Serie E	Explotación general de la red, servicio telefónico, explotación del servicio y factores humanos
Serie F	Servicios de telecomunicación no telefónicos
Serie G	Sistemas y medios de transmisión, sistemas y redes digitales
Serie H	Sistemas audiovisuales y multimedios
Serie I	Red digital de servicios integrados
Serie J	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión y de otras señales multimedios
Serie K	Protección contra las interferencias
Serie L	Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior
Serie M	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
Serie Z	Lenguajes de programación