



UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

G.653

(11/1988)

SERIE G: SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN,
SISTEMAS Y REDES DIGITALES

Equipos de pruebas

Características de los medios de transmisión

Cables de fibra óptica

**Características de los cables de fibra óptica
monomodo con dispersión desplazada**

Reedición de la Recomendación G.653 del CCITT
publicada en el Libro Azul, Fascículo III.3 (1988)

NOTAS

1 La Recomendación G.653 del CCITT se publicó en el fascículo III.3 del Libro Azul. Este fichero es un extracto del Libro Azul. Aunque la presentación y disposición del texto son ligeramente diferentes de la versión del Libro Azul, el contenido del fichero es idéntico a la citada versión y los derechos de autor siguen siendo los mismos (véase a continuación).

2 Por razones de concisión, el término «Administración» se utiliza en la presente Recomendación para designar a una administración de telecomunicaciones y a una empresa de explotación reconocida.

© UIT 1988, 2007

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

Recomendación G.653

CARACTERÍSTICAS DE LOS CABLES DE FIBRA ÓPTICA MONOMODO CON DISPERSIÓN DESPLAZADA

(Melbourne, 1988)

El CCITT,

considerando

(a) que los cables de fibra óptica con dispersión desplazada serán utilizados en las redes de telecomunicaciones;

(b) que para las aplicaciones potenciales previstas podrán necesitarse varios tipos de fibras monomodo de características diferentes; estas diferencias pueden manifestarse en las longitudes de ondas de trabajo, las características geométricas y ópticas y las características de atenuación, dispersión y otras características de transmisión,

recomienda

una fibra monomodo con dispersión desplazada, con una longitud de onda de dispersión nula en la región de longitudes de onda de 1550 nm y que está optimizada para uso a longitudes de onda en torno a 1550 nm. Esta fibra puede utilizarse también a longitudes de onda en torno a 1300 nm, con las restricciones indicadas en esta Recomendación.

Sus parámetros geométricos, ópticos y de transmisión se describen a continuación.

El significado de los términos empleados en esta Recomendación se explica en el anexo A, y las directrices que han de seguirse en las mediciones para verificar las diversas características se indican en el anexo B. Las características de esta fibra y los valores pertinentes se precisarán a medida que se avance en los estudios y se adquiera experiencia.

1 Características de la fibra

En este § 1 sólo se recomiendan aquellas características de la fibra, que proporcionan una estructura de diseño mínima esencial para los fabricantes de fibras. Entre estas características, la longitud de onda de corte de la fibra cableada puede verse afectada de manera apreciable en la fabricación o la instalación del cable. Por lo demás, las características recomendadas serán igualmente aplicables a las fibras individuales, a las fibras en cables arrollados en carretes, y a las fibras en cables instalados.

Esta Recomendación se aplica a las fibras que tienen un campo de modo nominalmente circular.

1.1 *Diámetro del campo de modo*

El valor nominal del diámetro del campo de modo a 1550 nm estará comprendido dentro de la gama 7,0 a 8,3 μm . La desviación del diámetro del campo de modo no deberá rebasar los límites de $\pm 10\%$ de su valor nominal.

Nota 1 – La elección de un valor específico dentro de la gama indicada más arriba no está necesariamente asociada con un diseño de fibra específico.

Nota 2 – Debe señalarse que el comportamiento de la fibra en una determinada aplicación depende más de los parámetros esenciales de la propia fibra y del sistema, es decir, del diámetro del campo de modo, de la longitud de onda de corte, de la dispersión cromática, de la longitud de onda de trabajo del sistema y de la velocidad binaria/frecuencia de funcionamiento, que del diseño de la fibra.

Nota 3 – Todo lo que antecede requiere ulterior estudio.

1.2 *Diámetro del revestimiento*

El valor nominal recomendado del diámetro del revestimiento es 125 μm . La desviación del diámetro del revestimiento con respecto a su valor nominal no debe exceder de $\pm 2,4\%$ ($\pm 3 \mu\text{m}$).

Para determinadas técnicas de empalme y requisitos de la pérdida en los empalmes pueden ser apropiadas otras tolerancias.

1.3 *Error de concentricidad del campo de modo*

El error de concentricidad para el campo de modo a 1550 nm no debe ser superior a 1 μm .

Nota – Para determinadas técnicas de empalme y requisitos de la pérdida en los empalmes, pueden ser adecuadas tolerancias de hasta 3 μm .

1.4 *No circularidad*

1.4.1 *No circularidad del campo de modo*

En la práctica, la no circularidad del campo de modo de las fibras que tienen campos de modo nominalmente circulares es lo suficientemente baja como para que la propagación y los empalmes no se vean afectados. En consecuencia, no se considera necesario recomendar un valor determinado de no circularidad del campo de modo. En general, no es necesario medir la no circularidad del campo de modo con fines de aceptación.

1.4.2 *No circularidad del revestimiento*

La no circularidad del revestimiento debe ser inferior a 2%. Puede que otras tolerancias sean apropiadas para algunas técnicas de empalme particulares y requisitos de pérdida en los empalmes.

1.5 *Longitud de onda de corte*

En estudio.

1.6 *Pérdida por flexión a 1550 nm*

El incremento de la pérdida para 100 vueltas de fibra, holgadamente enrolladas con un radio de 37,5 mm y medida a 1550 nm será inferior a 0,5 dB.

Nota 1 – Una prueba de calificación puede ser suficiente para comprobar que se cumple este requisito.

Nota 2 – El valor indicado más arriba de 100 vueltas corresponde al número aproximado de vueltas aplicadas en todos los casos de empalmes de un tramo típico de repetidor. El radio de 37,5 mm es equivalente al radio mínimo de flexión generalmente aceptado en el montaje a largo plazo de fibras en las instalaciones de los sistemas en la práctica, para evitar fallos debidos a la fatiga estática.

Nota 3 – Se sugiere que si por razones de orden práctico se elige para la realización de esta prueba un número de vueltas menor que 100, nunca se empleen menos de 40 vueltas, y se utilice un incremento de la pérdida proporcionalmente menor.

Nota 4 – Se sugiere que si se ha previsto utilizar radios de plexión menores de 37,5 mm (por ejemplo, $R = 30$ mm) en los casos de empalme, o en cualquier otro lugar del sistema, el mismo valor de pérdida de 0,5 dB se aplique a 100 vueltas de fibra montadas con este radio menor.

Nota 5 – La cláusula sobre la pérdida por flexión a 1550 nm se refiere al montaje de las fibras en las instalaciones de los sistemas de fibras monomodo en la práctica. La influencia de los radios de flexión relacionados con el trenzado de fibras monomodo cableadas, sobre la característica de pérdida, se incluye en la especificación de pérdida de la fibra cableada.

Nota 6 – Cuando se requieran pruebas de rutina para facilitar la medición de la sensibilidad a la flexión a una longitud de onda de 1550 nm, en lugar de 100 vueltas se puede utilizar un bucle de pequeño diámetro de una o varias vueltas. En este caso, el diámetro del bucle, el número de vueltas y la pérdida máxima admisible por flexión para la prueba con el bucle de una sola vuelta, o de varias vueltas, debe elegirse de modo que corresponda con la cláusula sobre la pérdida de 0,5 dB para la prueba con 100 vueltas dispuestas con un radio de 37,5 mm.

1.7 *Propiedades materiales de la fibra*

1.7.1 *Materiales de la fibra*

Deben indicarse las sustancias que entran en la composición de las fibras.

Nota – Debe procederse con cuidado al empalmar por fusión fibras de diferentes sustancias. Resultados provisionales de pruebas realizadas indican que se pueden obtener características adecuadas de pérdida en los empalmes y de resistencia mecánica adecuadas cuando se empalman fibras diferentes de alto contenido de sílice.

1.7.2 *Materiales protectores*

Deben indicarse las propiedades físicas y químicas del material utilizado para el recubrimiento primario de la fibra, y la mejor manera de quitarlo (de ser necesario). En el caso de una fibra envainada aislada, se facilitarán indicaciones similares.

1.8 Perfil del índice de refracción

Generalmente no es necesario conocer el perfil del índice de refracción de la fibra; no obstante, si se desea medirlo, podrá utilizarse el método de prueba de referencia de la Recomendación G.651.

2 Especificaciones aplicables a los largos de fabricación

Dado que las características geométricas y ópticas de las fibras indicadas en el § 1 son apenas afectadas por el proceso de cableado, este § 2 incluirá recomendaciones especialmente aplicables a las características de transmisión de los largos de fabricación cableados.

Las condiciones de prueba y del ambiente son de gran importancia, y se describen en las directrices sobre métodos de prueba.

2.1 Coeficiente de atenuación

Los cables de fibra óptica especificados en esta Recomendación generalmente tienen coeficientes de atenuación en la región 1550 nm inferiores a 0,5 dB/km. Cuando se tiene el propósito de utilizar estos cables en la región de 1300 nm debe tenerse en cuenta que su coeficiente de atenuación en esta región es generalmente inferior a 1 dB/km.

Nota – Los valores más bajos dependen del proceso de fabricación, la composición y el diseño de las fibras, así como del diseño del cable. Se han obtenido valores comprendidos en la gama 0,19-0,25 dB/km en la región de 1550 nm.

2.2 Coeficiente de dispersión cromática

En estudio.

Nota 1 – El coeficiente de dispersión cromática máximo de las fibras monomodo objeto de la presente Recomendación sera el siguiente:

Longitud de onda (nm)	Máximo coeficiente de dispersión cromática [ps/(nm.km)]
1525-1575	3,5
Región de 1300 nm	En estudio

Nota 2 – El valor de 3,5 ps/(nm · km) tiene en cuenta largos de sección limitados por la atenuación a 560 Mbit/s, cuando se utilizan láseres de modo multilongitudinal adecuados y una codificación de línea apropiada.

Nota 3 – Para sistemas de mayor capacidad (superior a 560 Mbit/s) o de mayor longitud, se requiere la operación más cerca de la de la longitud de onda de dispersión nula (a menos que se utilicen diodos de láser de modo monolongitudinal). En tal caso habría que especificar otros parámetros para las fibras (tales como la longitud de onda de dispersión nula, la pendiente de dispersión, etc.). Es necesario realizar estudios ulteriores para determinar estos parámetros.

Nota 4 – No es necesario realizar mediciones de rutina del coeficiente de dispersión cromática.

3 Secciones elementales de cable

Una sección elemental de cable consta normalmente de varios largos de fabricación empalmados. Los requisitos aplicables a los largos de fabricación se indican en el § 2 de esta Recomendación. Los parámetros de transmisión de las secciones elementales de cable deben tener en cuenta no sólo el comportamiento de cada largo de cable, sino también, entre otras cosas, factores tales como las pérdidas en los empalmes y en los conectores (en su caso).

3.1 *Atenuación*

La atenuación A de una sección elemental de cable viene dada por:

$$A = \sum_{n=1}^m a_n \cdot L_n + a_s \cdot X + a_c \cdot y$$

donde

- a_n = coeficiente de atenuación de la n -ésima fibra de la sección elemental de cable,
- L_n = longitud de la n -ésima fibra,
- m = número total de fibras concatenadas en una sección elemental de cable,
- a_s = pérdida media por empalme,
- X = número de empalmes de la sección elemental de cable,
- a_c = pérdida media por conector de línea,
- y = número de conectores de línea en una sección elemental de cable (en su caso).

Debe preverse un margen adecuado para futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes suplementarios, largos de cable suplementarios, efectos de envejecimiento, variaciones de temperatura, etc.). La ecuación indicada no comprende la pérdida de conectores de equipo.

Para la pérdida de los empalmes y conectores se utiliza la pérdida media. En el presupuesto de atenuaciones aplicado para el diseño de un sistema real han de tenerse en cuenta las variaciones estadísticas de esos parámetros.

3.2 *Dispersión cromática*

Se puede obtener la dispersión cromática expresada en ps a partir de los coeficientes de dispersión cromática de los largos de fabricación, suponiendo una dependencia lineal de la longitud y respetando los signos de los coeficientes y las características de la fuente del sistema (véase el § 2.2).

ANEXO A

(a la Recomendación G.653)

Significado de los términos utilizados en la Recomendación

La mayor parte de las definiciones que figuran en el anexo A a la Recomendación G.652 son también aplicables, en principio, a las fibras con dispersión desplazada. Debido a la limitada experiencia con este tipo de fibras, es necesario efectuar estudios ulteriores para determinar hasta qué punto algunas de las definiciones son adecuadas.

ANEXO B

(a la Recomendación G.653)

Métodos de prueba para las fibras monomodo con dispersión desplazada

La experiencia adquirida hasta el momento en materia de fibras monomodo con dispersión desplazada es más bien limitada; por lo tanto, es menester seguir estudiando métodos de prueba de referencia y alternativas para este tipo de fibra. Sin embargo, la mayoría de los métodos de prueba descritos en el anexo B a la Recomendación G.652 son en principio aplicables también a las fibras con dispersión desplazada. Por lo tanto, a los efectos de este anexo, se hace referencia a los métodos de prueba correspondientes que figuran en el anexo B a la Recomendación G.652; es necesario seguir estudiando los aspectos específicos de cada procedimiento de prueba. Debe señalarse que la longitud de onda de trabajo para las fibras de que trata la Recomendación G.653 se sitúa en la región de 1550 nm.

RECOMENDACIONES UIT-T DE LA SERIE G
SISTEMAS Y MEDIOS DE TRANSMISIÓN, SISTEMAS Y REDES DIGITALES

CONEXIONES Y CIRCUITOS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES	
Definiciones generales	G.100–G.109
Recomendaciones generales sobre la calidad de transmisión para una conexión telefónica internacional completa	G.110–G.119
Características generales de los sistemas nacionales que forman parte de conexiones internacionales	G.120–G.129
Características generales de la cadena a cuatro hilos formada por los circuitos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.130–G.139
Características generales de la cadena a cuatro hilos de los circuitos internacionales; tránsito internacional	G.140–G.149
Características generales de los circuitos telefónicos internacionales y circuitos nacionales de prolongación	G.150–G.159
Dispositivos asociados a circuitos telefónicos de larga distancia	G.160–G.169
Aspectos del plan de transmisión relativos a los circuitos especiales y conexiones de la red de conexiones telefónicas internacionales	G.170–G.179
Protección y restablecimiento de sistemas de transmisión	G.180–G.189
Herramientas de soporte lógico para sistemas de transmisión	G.190–G.199
<i>SISTEMAS INTERNACIONALES ANALÓGICOS DE PORTADORAS</i>	
CARACTERÍSTICAS GENERALES COMUNES A TODOS LOS SISTEMAS ANALÓGICOS DE PORTADORAS	
Definiciones y consideraciones generales	G.210–G.219
Recomendaciones generales	G.220–G.229
Equipos de modulación comunes a los diversos sistemas de transmisión por portadoras	G.230–G.239
Empleo de grupos primarios, secundarios, etc.	G.240–G.299
CARACTERÍSTICAS INDIVIDUALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES DE PORTADORAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Sistemas de portadoras en cable de pares simétricos no cargados que proporcionan grupos primarios o secundarios	G.320–G.329
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 2,6/9,5 mm	G.330–G.339
Sistemas de portadoras en cable de pares coaxiales de 1,2/4,4 mm	G.340–G.349
Recomendaciones complementarias relativas a los sistemas en cable	G.350–G.399
CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS SISTEMAS TELEFÓNICOS INTERNACIONALES EN RADIOENLACES O POR SATÉLITE E INTERCONEXIÓN CON LOS SISTEMAS EN LÍNEAS METÁLICAS	
Recomendaciones generales	G.400–G.419
Interconexión de radioenlaces con sistemas de portadoras en líneas metálicas	G.420–G.429
Circuitos ficticios de referencia	G.430–G.439
Ruido de circuito	G.440–G.449
COORDINACIÓN DE LA RADIOTELEFONÍA Y LA TELEFONÍA EN LÍNEA	
Circuitos radiotelefónicos	G.450–G.469
Enlaces con estaciones móviles	G.470–G.499
<i>EQUIPOS DE PRUEBAS</i>	
<i>CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE TRANSMISIÓN</i>	
Generalidades	G.600–G.609
Cables de pares simétricos	G.610–G.619
Cables terrestres de pares coaxiales	G.620–G.629
Cables submarinos	G.630–G.649
Cables de fibra óptica	G.650–G.659

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

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	Transmisiones de señales radiofónicas, de televisión 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