Parámetros y consideraciones en la selección de una fibra óptica.

Ing. Sahel Rodríguez
Ingeniería - Telecomunicaciones
sahelrodríguez@cablevision.com.ar

TEMARIO

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Conclusiones

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Conclusiones

Introducción

Se puede definir a la fibra óptica como una guía de luz, compuesta por un núcleo central conformado por óxido de silicio y germanio, con un alto índice de refracción, rodeado de una capa de un material similar con un índice de refracción ligeramente menor.

La fibra óptica es un medio de transmisión:

- Confiable.
- Seguro.
- Con bajas pérdidas de señal.
- De Tamaño y peso reducido.
- Inmune frente a emisiones electromagnéticas y radiofrecuencias.
- Soporte de elevados anchos de banda.

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra
  - Estándares de fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Conclusiones

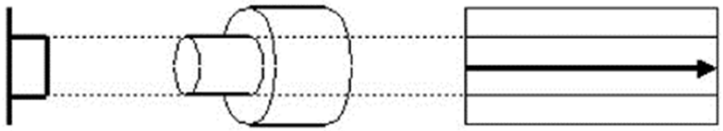
Tipos de fibra

- **Fibra Multimodo**:

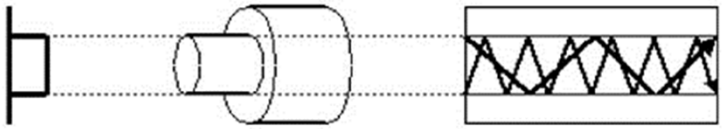
Los haces de luz pueden circular por más de un modo o camino en la fibra. Las fibras multimodo tienen un diámetro típico de 50 micrones, aunque se pueden encontrar, según el tipo de fibra multimodo, diámetros mayores. Una fibra multimodo, puede tener hasta 1000 modos de propagación, los haces de luz no llegan a su destino a la vez.

- **Fibra Monomodo:**

Sólo se propaga un modo de luz, para lo cual, se reduce su diámetro hasta un tamaño entre 8 y 10 micrones.



FIBRAS MONOMODO



FIBRAS MULTIMODO

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Conclusiones

Cablevisión Fibertel

Estándares de la fibra monomodo

- ✓ Fibras ITU G.652A
- ✓ Fibras ITU G.652B
- ✓ Fibras ITU G.652C
- ✓ Fibras ITU G.652D
- ✓ Fibras ITU G.653
- ✓ Fibras ITU G.655
- ✓ Fibras ITU G.656
- ✓ Fibras ITU G.657 A1
- ✓ Fibras ITU G.657 A2
- ✓ Fibras ITU G.657 B2
- ✓ Fibras ITU G.657 B3

ATVC Asociación Argentina de Televisión por Cable

Estándares de la fibra monomodo

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm											
Atenuación db/km@1550nm											
Atenuación db/km@ 1383nm											
Dispersión Cromática ps/nm km											
PMD ps/sqrt KM											
MFD µm											
Longitud de onda de corte											
Macroreflexion											

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipo de fibra
  - Estándares fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Conclusiones

Atenuación

Significa la disminución de potencia de la señal óptica que se transmite, en proporción inversa a la longitud de fibra.

La atenuación ***A*** de un enlace viene dada por:

$$A = aL + a_s x + a_c y$$

a	**Coeficiente de atenuación típico de los cables de fibra en un enlace**
a_s	Atenuación media por empalme
x	Número de empalmes de un enlace
a_c	Atenuación media de los conectores de línea
y	Número de conectores de línea de un enlace (si se facilita)
L	Longitud del enlace

Cablevisión Fibertel

Atenuación

Debe preverse un margen adecuado para futuras modificaciones de la configuración del cable (empalmes suplementarios, largos de cable suplementarios, efectos del envejecimiento, variaciones de temperatura, etc.).

A continuación hemos realizado 2 ejemplos, mostrando como impacta una variación mínima del coeficiente de atenuación, en el tiempo de vida del enlace, y en el alcance del enlace:

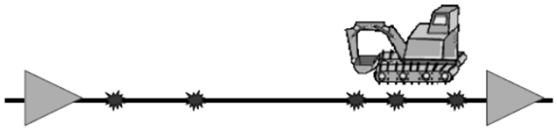
ATVC Asociación Argentina de Televisión por Cable

Atenuación: Impacto en el tiempo de vida.

Premisas:

Distancia:100km
Atenuación por empalme: 0.2 db
Potencia de Transmisión: 0dbm
Sensibilidad: -24dbm

Atenuación Fibra A: 0.23 db/km
Atenuación Fibra B: 0.21db/km



(0.23db/km * 100km) + (**5** * 0.2db) = **24db**

(0.21db/km * 100km) + (**15** * 0.2db/km) = **24db**

Atenuación: Impacto en la distancia del enlace.

Premisas:
Distancia: 1000km.
Potencia de Transmisión: 0dbm
Sensibilidad: -21dbm

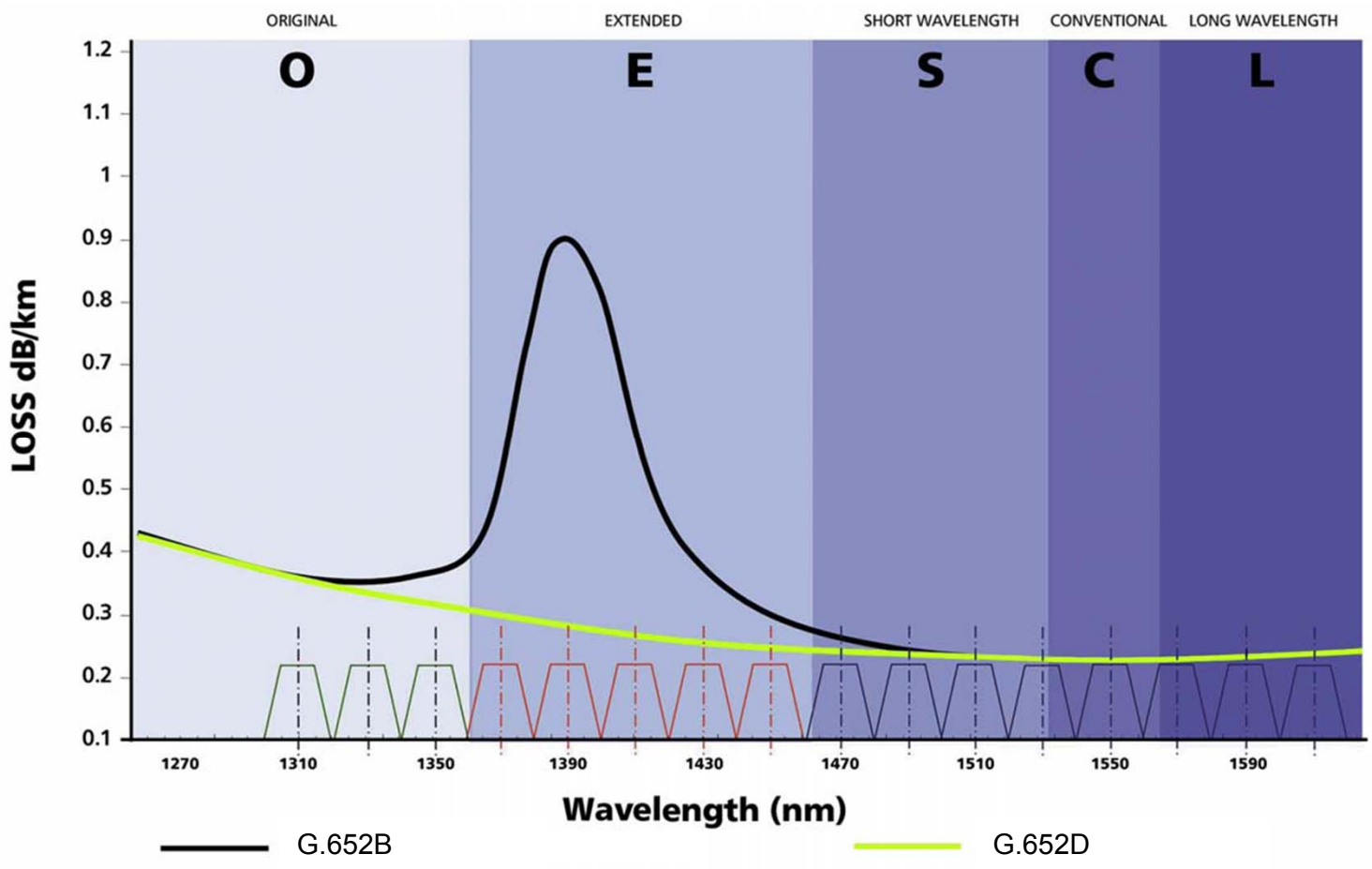
Atenuación Fibra A: 0.23 db/km
Atenuación Fibra B: 0.21db/km

	Cantidad de sitios	**Distancia entre sitios**
Fibra A (0.23db/km)	**12**	**90km**
Fibra B (0.21db/km)	**10**	**100km**

FIBRA A: 0.23db/km X 90km = **21db**

FIBRA B: 0.21db/km X 100km = **21db**

Atenuación


ORIGINAL
EXTENDED
SHORT WAVELENGTH
CONVENTIONAL
LONG WAVELENGTH
O
E
S
C
L
LOSS dB/km
1.2
1.1
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
1270
1310
1350
1390
1430
1470
1510
1550
1590
Wavelength (nm)
G.652B
G.652D

Atenuación

La atenuación penaliza al enlace en cuanto a distancia y también en cuanto al tiempo de vida.

- Si el enlace es de largo alcance, el factor será fundamental.

- Si el enlace es de corto alcance el factor podrá ser critico o no dependiendo de la relación de potencia que nos brinde la electrónica de transmisión en cuestión.

MEDICIÓN

La atenuación es el primer parámetro a tener en cuenta en cualquier cálculo de enlace, para el cálculo de enlace se necesitan conocer:

- Atenuación total del enlace
- Longitud de onda a la cual fue medida la atenuación
- Cantidad y atenuación de empalmes (en base a ello se recomendará rehacer empalmes)
- En dependencia del enlace se solicitará medición bidireccional de atenuación (no siempre es igual, con este dato decidiremos que fibra conviene para la recepción y que fibra conviene para la transmisión)

Estándares de la fibra monomodo

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte											
Dispersión Cromática ps/nm km											
PMD ps/sqrt KM											
MFD µm											
Macroreflexion											

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Longitud de onda de corte

La longitud de onda de corte en una fibra monomodo nos indica el límite superior de longitud de onda para la cual la fibra óptica se comporta como multimodo.

La longitud de onda de corte, nos informa a partir de que longitud de onda es utilizable cada fibra óptica. Es un parámetro que señala el fabricante en su especificación y no se modifica con la instalación del cable.

Estándares de fibra monomodo

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1260	1260	1260	1260	1270	1450	1450	1260	1260	1260	1260
Dispersión Cromática ps/nm km											
PMD ps/sqrt KM											
MFD µm											
Macroreflexion											

Asociación Argentina de Televisión por Cable

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Dispersión Cromática

Las fibras, pese a las precauciones tomadas en su fabricación, conservan una propiedad bien conocida de la materia transparente: la de dispersar los colores.

En una fibra óptica, este efecto de dispersión cromática tiene como consecuencia el aumento del ancho de los impulsos.

Dispersión Cromática

La dispersión cromática penaliza al enlace en cuanto a cantidad de longitudes de onda y en cuanto a distancia.

- Si el enlace es de largo alcance, el factor será fundamental, siempre y cuando la electrónica utilizada para la transmisión no tenga compensadores de dispersión crómatica.

- En caso de que la electrónica contemple compensadores de dispersión cromática este factor no se hace importante.

MEDICIÓN:

La dispersión cromática no se modifica con la instalación de la fibra en campo, basta tener el coeficiente de dispersión que especifica nuestra fibra para conocer la dispersión cromática del enlace.

Cablevisión Fibertel

Estándares de la fibra monomodo

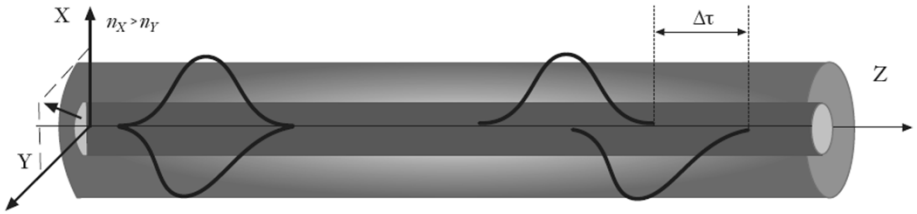
	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1260	1260	1260	1260	1270	1450	1450	1260	1260	1260	1260
Dispersión Cromática ps/nm km	<17	<17	<17	<17	<3.5	<10	<9.28	N/A	N/A	N/A	N/A
PMD ps/sqrt KM											
MFD µm											
Macroreflexion											

ATVC Asociación Argentina de Televisión por Cable

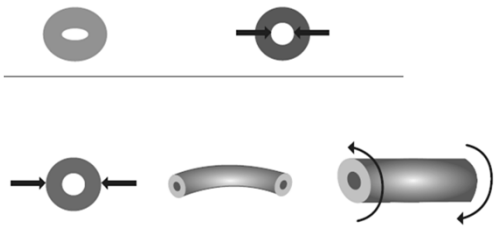
- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipo de fibra
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Dispersión por modo de polarización

La dispersión por modo de polarización es un tiempo de retardo de grupo diferencial (DGD, differential group delay) entre dos modos ortogonalmente polarizados.



En las fibras simétricas circulares ideales, los dos modos de polarización se propagan con la misma velocidad. Sin embargo, las fibras reales no pueden ser perfectamente circulares y pueden sufrir esfuerzos locales; por consiguiente, la luz que se propaga se divide en dos modos de polarización locales que viajan a velocidades diferentes.



Dispersión por modo de polarización

El fabricante debe proporcionar un valor de PMD de diseño del enlace, PMD link, también conocido como PMDq, que constituya el límite estadístico superior del coeficiente de PMD de los cables de fibra óptica concatenados en un enlace de M secciones de cable.

El límite superior se define en términos de un bajo nivel de la probabilidad, Q, de que un valor de coeficiente de PMD concatenado sea mayor que PMDq.

- PMD link (conocido como PMDq)
- PMD individual

Dispersión por modo de polarización

El PMD puede limitar en velocidad de transmisión y en distancia:

Velocidad Gbps	DGD ps	PMD 1 ps / sqrt km	Distancia 1 km	PMD 2 ps / sqrt km	Distancia 2 ps / sqrt km
2,5	5	0,1	2500	0,06	6944
10	2,5	0,1	625	0,06	1736
40	1,5	0,1	225	0,06	625

Dispersión por modo de polarización

El PMD penaliza al enlace en cuanto a velocidad de transmisión y en cuanto a distancia.

- Si el enlace es de largo alcance, el factor será fundamental, siempre y cuando la electrónica utilizada para la transmisión no utilice tecnología de detección coherente.

- En caso de que la electrónica contemple tecnología de detección coherente este factor no se hace importante.

El PMD es uno de los parámetros más sensibles a la instalación de la fibra en campo, ya que depende del error de circularidad del núcleo.

Dispersión por modo de polarización

MEDICIÓN

El PMD es un parámetro a tener en cuenta sobre todo en enlaces de distancias importantes y velocidades mayores al Gbps, los valores en cuanto a PMD a tener en cuenta en cualquier cálculo de enlace

- Coeficiente PMD ps / sqrt KM (nos dice el estado de la instalación de la fibra).
- DGD nos informa el valor en (ps) que hay de diferencia del grupo.
- Longitud de onda al cual fue medido el PMD.
- Si la distancia es menor a 2 km se deberá setear en el instrumento “modo de acoplamiento débil”, si es mayor a 2 km se deberá setear “modo de acoplamiento fuerte”
- Momento del día (como que el PMD depende del error de circularidad del núcleo, el pmd varía con la temperatura)

Estándares de la fibra monomodo.

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1260	1260	1260	1260	1270	1450	1450	1260	1260	1260	1260
Dispersión Cromática ps/nm km	<17	<17	<17	<17	<3.5	<10	<9.28	N/A	N/A	N/A	N/A
PMD ps/sqrt KM	**0.5**	**0.2**	**0.5**	**0.2**	**0.5**	0.2	0.2	0.2	0.2	N/A	N/A
MFD µm											
Macroreflexion											

Asociación Argentina de Televisión por Cable

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Asociación Argentina de Televisión por Cable

Pérdida por macroreflexiones

La pérdida por macroflexiones varía con:

- La longitud de onda
- El radio de curvatura
- El número de vueltas en el mandril con un radio especificado.

La pérdida por macroreflexiones se hace importante para las instalaciones dentro del hogar, donde la fibra es exigida a radios de curvatura mínimos.

REQUERIMIENTOS GENERALES

Estándares de la fibra monomodo

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1260	1260	1260	1260	1270	1450	1450	1260	1260	1260	1260
Dispersión Cromática ps/nm km	<17	<17	<17	<17	<3.5	<10	<9.28	N/A	N/A	N/A	N/A
PMD ps/sqrt KM	**0.5**	**0.2**	**0.5**	**0.2**	**0.5**	0.2	0.2	0.2	0.2		
Macroreflexion	r=30mm #100 Att@1550 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=15mm #10 **Att@1550 0.25db**	r=15mm #10 **Att@1550 0.03db**	r=10mm #1 **Att@1550 0.03db**	r=10mm #10 **Att@1550 0.03db**
MFD µm											

Asociación Argentina de Televisión por Cable

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Área efectiva y diámetro de campo modal

El área efectiva define la superficie real que el campo ilumina dentro de la zona definida por el diámetro del campo modal. La multiplicación de la mitad del diámetro de campo modal al cuadrado por “PI”, nos resulta el área efectiva.

MEDICIÓN:

Este parámetro es un valor de laboratorio, no es medido en campo. Es un valor que nos brinda el fabricante en su especificación.

El área efectiva se hace importante en los enlaces de largo alcance, sobre todo porque mientras mayor sea, permite inyectar mayor potencia.

El área efectiva está el denominador de algunos efectos no lineales, lo cual nos dice que es inversamente proporcional con estos efectos.

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipo de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Efectos no lineales

Efectos de dispersión

- Dispersión Brillouin estimulada (SBS, stimulated Brillouin scattering).
- Dispersión Raman estimulada (SRS, stimulated Raman scattering).

Efecto Kerr (dependencia del índice de refracción con respecto a la intensidad)

- Automodulación de fase (SPM, self phase modulation).
- Transmodulación de fase (XPM, cross phase modulation).
- Mezclado de cuatro ondas (FWM, four-wave mixing).
- Inestabilidad de la modulación (MI, modulation instabilit).
- Formación de solitones.

REQUERIMIENTOS DE OTROS ATRIBUTOS

Efectos no lineales

Tendencia de los sistemas de larga distancia	Conse-cuencias SPM	Penalidad XPM	Penalidad FWM	Penalidad SBS	Penalidad SRS
(a) Menor espaciamiento de canales	–	↑	↑	ee	ee
(b) Mayor número de canales	–	↑	↑	ee	↑
(c) Mayor potencia de los canales	↑(nota)	↑	↑	↑	↑
(d) Mayor número de tramos (larga distancia)	↑	↑	↑	↑	↑
(e) Mayor velocidad binaria de canal	↑	↓	–	↓	ee
(f) Mayor número de canales mediante multiplexación alternativa (tal como multiplexación de modos de polarización)	ee	ee	ee		
(g) Mayor velocidad binaria de los canales mediante codificación de señal alternativa (tal como multiplexación de modos de polarización)	ee	ee	ee		

NOTA – Las consecuencias pueden ser positivas (formación de solitones) o negativas para la calidad de funcionamiento del sistema.

↑ Aumenta la penalidad

↓ Disminuye la penalidad

– La penalidad no es significativamente afectada

ee La penalidad queda en estudio

Asociación Argentina de Televisión por Cable

REQUERIMIENTOS GENERALES

Estándares de la fibra monomodo

	G.652A	G.652B	G.652C	G.652D	G.653	G.655	G.656	G.657 A1	G.657 A2	G.657 B2	G.657 B3
Atenuación db/km@1310nm	0.5	0.4	0.4	0.4	-	N/A	N/A	0.4	0.4	0.5	0.5
Atenuación db/km@1550nm	0.4	0.35	0.3	0.3	0.35	0.35	0.35	0.3	0.3	0.3	0.3
Atenuación db/km@ 1383nm	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A	N/A	0.4	0.4	N/A	N/A
Longitud de onda de corte	1260	1260	1260	1260	1270	1450	1450	1260	1260	1260	1260
Dispersión Cromática ps/nm km	<17	<17	<17	<17	<3.5	<10	<9.28	N/A	N/A	N/A	N/A
PMD ps/sqrt KM	**0.5**	**0.2**	**0.5**	**0.2**	**0.5**	0.2	0.2	0.2	0.2	N/A	N/A
Macroreflexion	r=30mm #100 Att@1550 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 Att@1625 0.1db	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=30mm #100 **Att@1550 0.5db**	r=15mm #10 **Att@1550 0.25db**	r=15mm #10 **Att@1550 0.03db**	r=10mm #1 **Att@1550 0.03db**	r=10mm #10 **Att@1550 0.03db**
MFD µm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	7.8-8.5 @ 1550nm	8-11 @ 1550nm	7-11 @ 1550nm	8,6-9,5 @ 1310nm	8,6-9,5 @ 1310nm	6.3-9.5 @ 1310nm	6.3-9.5 @ 1310nm

Asociación Argentina de Televisión por Cable

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
  - Estándares de la fibra monomodo.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra monomodo.
- Conclusiones

Estándares de la fibra monomodo

Los estándares de fibra solo son recomendaciones, dichas recomendaciones son ampliamente mejoradas por los actuales fabricantes de fibra óptica.

Estas recomendaciones describen los atributos geométricos, mecánicos y de transmisión de una fibra óptica monomodo.

- Introducción.
- Requerimientos Generales.
  - Tipos de fibra.
- Atributos ópticos.
  - Atenuación.
  - Longitud de onda de corte.
  - Dispersión cromática.
  - Dispersión por modo de polarización.
  - Pérdida por macro reflexiones
  - Área efectiva y diámetro de campo modal.
  - Efectos no lineales.
- Estándares de la fibra óptica monomodo.
- Conclusiones

Conclusiones

Es importante entonces tener en cuenta antes de elegir una fibra óptica adecuada saber:

- **Factores que definen las longitudes de onda que se transmitirán:**
  - La longitud de onda de corte, y el tratamiento del pico de agua condicionan esta valor.

- **Factores que definen Distancia del enlace:**
  - La Atenuación, el PMD y la dispersión cromática condicionan esta valor.

- **Factores que definen el margen de vida del enlace.**
  - La atenuación.

- **Factores que determinan la Cantidad de longitudes de onda que se transmitirán:**
  - La dispersión cromática y los efectos no lineales condicionan esta valor.

- **Factores que condicionan la velocidades de transmisión**
  - El PMD y los efectos no lineales condicionan esta magnitud.

- **Para instalaciones hogareños tener en cuenta el factor:**
  - La pérdida por macroreflexiones.

¡Gracias por su atención!

Ing. Sahel Rodríguez
Ingeniería - Telecomunicaciones
sahelrodríguez@cablevision.com.ar