

Redes y Comunicaciones de Datos I
Práctica N° 6 – Fibra Óptica
Marcelo T. Gentile, Hernán Soperez, Gabriel Filippa

Factibilidad óptica:

$P_{tx} - P = P_{rx} \geq S_{rx}$ donde $P = A_{\lambda} \text{ (dB/km)} \times D \text{ (km)}$ (A_{λ} Atenuación de la ventana de trabajo)

Tips:

- La longitud de onda específica de trabajo (Ej 1310 nm) depende de los equipos (TX y RX) y la FO solo debe permitirla (Ej. Atenuación a 1300 nm correspondiente a Ventana 2).
- Un enlace "Factible" que utiliza Fibra Monomodo (SM) opera al Máximo bit rate al que se pueden configurar los equipos.
- Un enlace "Factible" que utiliza Fibra Multimodo (MM) opera al Máximo bit rate que permite el Ancho de Banda de la ventana de trabajo (efecto por dispersión que provoca ensanchamiento del pulso).

Problema:

Una EMPRESA instalada en un parque industrial, necesita vincular la LAN (Red de Área Local) que tiene montada en un edificio utilizado como DEPOSITO, con la LAN operando en el edificio donde se encuentra PRODUCCION.

La empresa pretende evaluar construir un enlace de F.O. (MAN – Red de Área Metropolitana), utilizando los ductos de servicios existentes y equipos conversores de medio (Media Converter) con las siguientes características:

- Interfase LAN: 10/100/1000 Mbps (Configurable con dip switch).

- Interfase MAN: 100 /1000 Mbps (Configurable con dip switch).

Tipo de F.O. (μm)	λ (nm)	Ptx (dBm)	Srx (dBm)
62.5/125	850	-4	-17
62.5/125	1310	-4	-17
50/125	1310	-4	-17
9.3/125	1310	0	-22

SIGNALMAX
CONNECTIVITY SYSTEMS



La distancia entre los M.C., utilizando los ductos de servicios que unen ambos edificios, es de 3500 metros. Por lo cuál, será necesario realizar dos empalmes en la F.O. y se utilizarán 4 pares de conectores para vincular la F.O. a los MEDIA CONVERTER (dos en cada extremo). Cada empalme introduce una atenuación de 0,8 dB, cada par de conectores introduce una atenuación de 1,2 dB y debido a su calidad la FO tiene máxima atenuación por Km según especificación técnica.

- a) Determinar, utilizando las especificaciones del Media Converter (M.C.) y la tabla de fibras estandarizadas, el máximo bitrate al que se puede configurar el M.C. para que funcione correctamente el enlace. **Respuesta: Máximo bitrate = 1000 Mbps (utilizando F.O. monomodo G.652)**
- b) Si por motivo de costos, solo podríamos utilizar fibras MULTIMODO. Determinar el máximo bitrate al que se puede configurar el M.C. para que funcione correctamente el enlace. **Respuesta: Máximo bitrate = 100 Mbps (utilizando F.O. G.651 en 1310 nm)**
- c) Calcular cuál es la máxima distancia a la que pueden estar instalados los M.C. para que operen correctamente a 1Gbps utilizando cualquier tipo de fibra estándar. **Respuesta: EIA-492 = 400 m, G.651 = 500 m, G.652 = 15,6 km**

Redes y Comunicaciones de Datos I
Práctica N° 6 – Fibra Óptica
Marcelo T. Gentile, Hernán Soperez, Gabriel Filippa

Anexo - Características principales de Fibras Ópticas normalizadas

EIA-492; ISO/IEC 793. FIBRA MULTIMODO 62,5/125.	
.Apertura numérica	NA de 0,275 (tolerancia 0,015)
.Perfil de índice de refracción	Parabólico (<i>graded index</i>). Usado en redes de datos y FDDI.
.Índice de refracción	1,9 %
.Diámetro del núcleo	62,5 µm (tolerancia 3 µm)
.Diámetro del revestimiento (Cladding)	125 µm (tolerancia 1 µm)
.Recubrimiento de silicona Coating	245 µm (tolerancia 10 µm)
.Longitud de onda de aplicación	850 y 1300 nm
.Atenuación a 850 nm	Entre 3 y 3,2 dB/km
.Atenuación a 1300 nm	Entre 0,7 y 0,8 dB/km
.Ancho de banda a 850 nm	Entre 200 y 300 MHz.km
.Ancho de banda a 1300 nm	Entre 400 y 600 MHz.km
ITU-T (CCITT) G.651. FIBRA MULTIMODO 50/125.	
.Apertura numérica	NA=0,18 a 0,24 (tolerancia 10%)
.Perfil del índice de refracción	parabólico
.Diámetro del núcleo	50 µm (tolerancia 3 µm) y del revestimiento 125 µm (3 µm)
.Recubrimiento de silicona Coating	245 µm (tolerancia 10 µm)
.Error de concentricidad	6%
.Error de circularidad del núcleo	6%
.Error de circularidad del revestimiento	2%
.Atenuación a 850 nm	Entre 2,7 y 3 dB/km
.Atenuación a 1300 nm	Entre 0,7 y 0,8 2 dB/km
.Ancho de banda a 850 nm	Entre 300 y 500 MHz.km
.Ancho de banda a 1300 nm	Entre 500 y 1000 MHz.km
ITU-T G.652. FIBRA MONOMODO STANDARD.	
.Longitud onda corte	1,18 a 1,27 µm
.Diámetro del campo modal	9,3 (8 a 10) µm (tolerancia 10%)
.Diámetro del revestimiento	125 µm (tolerancia 3 µm)
.Recubrimiento de silicona Coating	245 µm (tolerancia 10 µm). Acrilato curado con UV.
.Error de circularidad del revestimiento	2%
.Error de concentricidad del campo modal	1µm
.Atenuación	de 0,4 a 1 dB/km en 1300 nm
.Atenuación	de 0,25 a 0,5 dB/km en 1550 nm
.Dispersión cromática 1285-1330 nm	3,5 ps/km.nm
.Dispersión cromática 1270-1340 nm	6 ps/km.nm
.Dispersión cromática en 1550 nm	20 ps/km.nm
ITU-T G.653. FIBRA SM DISPERSION SHIFT.	
.Diámetro del campo modal	8 (7 a 8,3) µm (tolerancia 10%)
.Diámetro del revestimiento	125 µm (tolerancia 3 µm)
.Recubrimiento de silicona Coating	245 µm (tolerancia 10 µm)
.Error de circularidad del revestimiento	2%
.Error de concentricidad del campo modal	1µm
.Atenuación	inferior a 0,25 a 0,5 dB/Km en 1550 nm
.Atenuación	inferior a 1 dB/Km en 1300 nm
.Dispersión cromática	3,5 ps/km.nm entre 1525-1575 nm
ITU-T G.654. FIBRA SM DE MINIMA ATENUACION	
.Diámetro del revestimiento	125 µm (tolerancia 3 µm)
.Error de circularidad del revestimiento	2 %
.Error de concentricidad del campo modal	1µm
.Recubrimiento de silicona Coating	245 µm (tolerancia 10 µm)
.Atenuación inferior a	0,15 a 0,25 dB/Km a 1550 nm
.Dispersión cromática	20 ps/km.nm en 1550 nm
ITU-T G.655. SM NON ZERO DISPERSION SHIFT.	
.Diámetro del campo modal	8,4 µm (tolerancia 0,6 µm). Diámetro núcleo 6 µm.
.Diámetro del revestimiento	125 µm (tolerancia 1 µm)
.Longitud de onda de corte	1260 nm
.Atenuación	Desde 0,22 a 0,30 dB/Km en 1550 nm
.Dispersión cromática	4,6 ps/km.nm en 1550 nm
.Zona de dispersión no-nula	Desde 1540 a 1560 nm

Redes y Comunicaciones de Datos I
Práctica N° 6 – Fibra Óptica
Marcelo T. Gentile, Hernán Soperez, Gabriel Filippa

Fuente: Manual de las Telecomunicaciones - Ing. Ares

Problema Resuelto:

Se necesita calcular un enlace entre 2 switches ATM que son parte de una MAN usando FO multimodo estandarizada G.651, con emisor LED que transmiten en la segunda ventana (1310 nm) con una potencia de 0 dBm y con un receptor de sensibilidad -25 dbm. Los switch ATM permiten configurar el bitrate del enlace a 622 o 155 Mbps y la distancia entre los mismos es de 3000 m. La FO ha de tener necesariamente 3 empalmes (0,3 dB c/u) y entonces tendrá 4 pares de conectores (0,7 dB c/u).

Se requiere:

a) Determinar si el enlace Funcionara.

De la tabla de F.O. se obtiene la peor atenuación a 1300 nm para la FO G.651

$$A = 0,82 \text{ dB/km}$$

$$P_{tx} - P > S_{rx}$$

$$P = (0,82 \text{ dB/km} \times 3 \text{ Km}) + (3 \text{ emp} \times 0,3 \text{ dB/emp}) + (4 \text{ par_con} \times 0,7 \text{ dB/par_con})$$

$$P = 2,46 \text{ dB} + 0,9 \text{ dB} + 2,8 \text{ dB} = 6,16 \text{ dB}$$

$$0 \text{ dBm} - 6,16 \text{ dB} = -6,16 \text{ dBm} > -25 \text{ dBm} \Rightarrow \text{Funcionará}$$

Respuesta: FUNCIONARA – Cumple la factibilidad técnica.

b) Informar el máximo bitrate (Mbps) a la que podrá operar el enlace con una calidad óptima.

Consideramos el peor caso de ancho de banda en la ventana de trabajo.

$$500 \text{ MHz.km (Mbps/km)} / 3 \text{ km} = 166,66 \text{ Mbps}$$

El efecto de ensanchamiento de los pulsos por la dispersión limita la capacidad del enlace a 166,66 Mbps para la distancia de 3 km.

Si configuramos los Switchs a 622 Mbps, el enlace no tendrá una calidad de servicio óptima debido al efecto por dispersión.

Si configuramos los Switchs a 155 Mbps, el enlace tendrá una calidad de servicio óptima.

Respuesta: Máximo bitrate = 155 Mbps.