

Fibra óptica: Velocidad de transmisión y longitud de enlace.

La normativa aplicable (ISO/IEC 11801 2ª edición y EN50173) especifica tres tipos de canales de transmisión, en función de la distancia, sobre los que se pueden soportar las diferentes aplicaciones Ethernet (Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit, 10 Gigabit, etc....)

OF 300	Para aplicaciones que soportan enlaces ópticos de hasta 300 m.
OF 500	Para aplicaciones que soportan enlaces ópticos de hasta 500 m.
OF 2000	Para aplicaciones que soportan enlaces ópticos de hasta 2000 m.

Simultáneamente, se clasifican las fibras ópticas a emplear en 4 grupos (3 multimodo, OM1, OM2 y OM3, con anchos de banda fijados por la norma; y uno monomodo OS1, similar a UIT-G652) según la tabla siguiente:

SOPORTE	TIPO F.O.	At. dB/km. 850 nm	At. dB/km. 1300nm	Ancho banda MHz x Km. 850 nm	Ancho banda MHz x Km. 1300 nm
OM1	MM 50 MM 62	< 3,5	< 1,5	> 200	> 500
OM2	MM 50 MM62	< 3,5	< 1,5	> 500	> 500
OM3	MM 50	< 3,5	< 1,5	> 1500	> 500

Habida cuenta de los datos anteriores, es posible establecer la siguiente tabla de selección de fibras, de aplicación a la hora de garantizar la correcta certificación de un enlace óptico:

Canal de fibra	Fast Ethernet 100 BaseT	Gigabit Eth. 1000 Base Sx 850 nm	Gigabit Eth. 1000 Base Lx 1300 nm	10 Giga. Eth 10G Base SR/SW
OF 300	OM1	OM2	OM1/OM2	OM3
OF 500	OM1	OM2	OM1/OM2	OS1
OF 2000	OM1	-	Especial	OS1

Considerando lo anteriormente indicando, y añadiendo las aplicaciones WAN, de alcance superior a 2 000 m. (SW y LW), obtenemos el siguiente resumen de variantes Ethernet sobre f.o. más utilizadas :

Variante Eth.	Velocidad	Medio	Distancia
100Base-Fx	100 Mbps	f.o. MM OM1 1300 nm	2 Km.
100Base-Lx	100 Mbps	f.o. SM 1310 nm	15 Km.
1000Base-Sx	1 Gbps	f.o. MM OM2 850 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. MM OM1/OM2 1300 nm	500 m.
1000Base-Lx	1 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10 Km.
1000Base-Zx	1 Gbps	f.o. SM 1550 nm	80 Km.
10GBase-SR/SW	10 Gbps	F.O. MM OM3 850 nm	300 m.
10GBase-LR/LW	10 Gbps	f.o. SM 1310 nm	10-25 Km.
10GBase-Er/Ew	10 Gbps	f.o. SM 1550 nm	40-80 Km.

* 10GigE disponible en versiones LAN/WAN. WAN es directamente encapsulable en SDH

* Datos informativos.

Cálculo de un enlace de fibra óptica

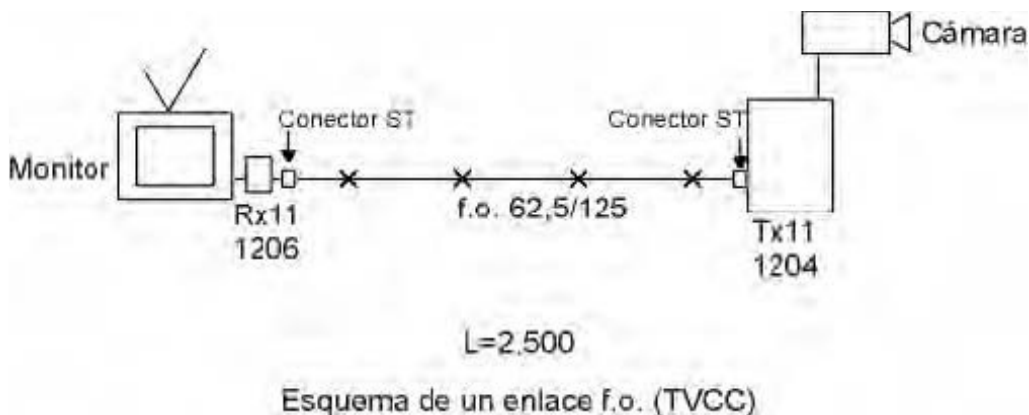
Es frecuente, incluso entre expertos que diseñan sistemas de comunicaciones por fibra óptica, hacerse preguntas del tipo: ¿Puede el equipo X transmitir a una distancia de 3 Km sin repetidores?; cuando es así que esta clase de preguntas están formuladas de forma errónea ya que la respuesta no sólo depende de la potencia óptica del transmisor.

Así en un enlace de fibra óptica hemos de tener en cuenta además de la potencia del transmisor, la sensibilidad del receptor, la atenuación por kilómetro del cable de fibra utilizado, el número de empalmes que realizaremos y los conectores utilizados.

Es por ello que sólo se puede dar a priori una respuesta aproximada a la pregunta original. En este apartado veremos someramente como realizar el cálculo de las pérdidas en un enlace para decidir con ello si debemos instalar equipos que trabajen en primera o en segunda ventana, o si necesitamos una calidad de cable mayor a la que inicialmente se había pensado.

Supongamos que deseamos transmitir una señal de TV en banda base a un centro de control de tráfico situado a 2500 metros.

Para ello hemos decidido situar a pie de cámara un convertidor Tx vídeo modelo TX11-1204, y en el centro de control de tráfico un RX vídeo modelo 111206 (ambos equipos trabajan en 1ª ventana (850 nm), para la cual se han hecho los cálculos). Además deberemos realizar 4 empalmes y dos conectorizaciones, una a cada extremo.



A partir de los datos anteriores calcularemos el margen de diseño que disponemos:

- Potencia de transmisión del TX11-1204: -14 dBm
- Sensibilidad del receptor RX11-1206: -29 dBm
- **Ganancia disponible del sistema: 15 dB**
- 4 empalmes por fusión (0.1 dB cada uno): 0.4 dB
- 2500 metros de cable de fibra óptica (3.5 dB/Km): 8.75 dB
- 2 conectores ST (0.5 dB máx. por conector): 1.0 dB
- **Total de pérdidas: 10.15 dB**
- **Margen de diseño: 4.85 dB**

Como podemos ver disponemos de 4.85 dB de margen.

Es recomendable que se disponga de un margen de 3 dB, ya que los valores utilizados para las pérdidas pueden variar debido a efectos de temperatura, extensiones del enlace, empalmes adicionales debido a restauraciones de emergencia,...

Por tanto, para el caso que acabamos de presentar, los equipos utilizados resultan totalmente válidos, asegurando un funcionamiento correcto del enlace.



Fibras ópticas multimodo de 50/125 micras de índice gradual. Estas fibras están diseñadas para ser utilizadas en 850 y 1300 nm. Adecuadas para su uso en aplicaciones de cableado como las Redes de Área Local (LAN) con video, datos y voz, utilizando LED, VCSEL o Laser Fabry Perot.

Estas fibras cumplen o exceden los estándares IEC 60793-2-10 A1a.1, A1a.2 y A1a.3, TIA/EIA-492AAAB, TIA/EIA-492AAAC-A, TIA/EIA-492AAAD, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE, TIA/EIA 568C.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
Diámetro núcleo	50 ± 2.0 µm
No circularidad núcleo	≤ 5 %
Error concentricidad núcleo / revestimiento	≤ 1 µm
Diámetro revestimiento	125 ± 1.0 µm
No circularidad revestimiento	≤ 0.7 %
Diámetro recubrimiento primario	242 ± 5 µm
No circularidad recubrimiento primario	≤ 5 %
Error concentricidad recubrimiento primario	≤ 12.5 µm
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi

Propiedades geométricas conforme a CEI 60793-2-10.

PROPIEDADES ÓPTICAS		OM1	OM2	OM2 XL	OM3 SL	OM3	OM4	Giga
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	850 nm	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5	≤ 2.5
	1300 nm	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7
Ancho de Banda (MHz x Km)	850 nm	≥ 200	≥ 500	≥ 600	≥ 700	≥ 1500	≥ 3500	≥ 600
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 1200	≥ 500	≥ 500	≥ 500	≥ 1200
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	275	550	550	800	900	1100	750
	1000Base-LX	550	550	550	550	550	550	2000
	10GBASE-SX	33	82	82	150	300	550	110
Apertura Numérica		0.200 ± 0.015						
Índice de Refracción	850 nm	1.482						
	1300 nm	1.477						

Propiedades ópticas conforme a IEC 60793-2, ISO/IEC 11801, EN 50173, TIA/EIA-492AAAB, TIA/EIA-492AAAC-A, TIA/EIA-492AAAD, Telcordia GR-20-CORE, GR-409-CORE, TIA/EIA 568C.

• • • • •

OPTRAL

MM62

FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 62,5/125



Fibras ópticas multimodo de 62,5/125 micras de índice gradual. Estas fibras están diseñadas para ser utilizadas a 850 nm y 1300 nm. Adecuadas para su uso en aplicaciones de cableado como las Redes de Área Local (LAN) con video, datos y voz, utilizando LED, VCSEL o Laser Fabry Perot.

Estas fibras cumplen con IEC 60793-2-10 A1b.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
Diámetro núcleo	62.5 ± 2.5 μm
No circularidad núcleo	≤ 6 %
Error concentricidad núcleo / revestimiento	≤ 1.5 μm
Diámetro revestimiento	125 ± 2 μm
No circularidad revestimiento	≤ 1 %
Diámetro recubrimiento primario	245 ± 10 μm
No circularidad recubrimiento primario	≤ 6 %
Error concentricidad recubrimiento primario	≤ 12.5 μm
Proof Test	≥ 8.8 N / ≥ 1 % / ≥ 100 Kpsi

Propiedades geométricas conforme a CEI 60793-2-10.

PROPIEDADES ÓPTICAS		OM1	OM2	Giga
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	850 nm	≤ 3.0	≤ 3.0	≤ 3.0
	1300 nm	≤ 0.7	≤ 0.7	≤ 0.7
Ancho de Banda (MHz x Km)	850 nm	≥ 200	≥ 500	≥ 200
	1300 nm	≥ 500	≥ 500	≥ 500
Distancia Enlace (m)	1000Base-SX	275	550	500
	1000Base-LX	550	550	1000
Apertura Numérica	0.275 ± 0.015			
Índice de Refracción	850 nm	1.496		
	1300 nm	1.491		

Propiedades ópticas conforme a CEI 60793-2-10, ISO/IEC 11801, EN 50173, TIA/EIA-492AAAC y EIA/TIA 568-B.

OPTRAL**SM10****FIBRA ÓPTICA MONOMODO SMF – G652**

Fibras ópticas monomodo de salto de índice. Estas fibras están optimizadas para su uso en la longitud de onda de 1310 nm. Adecuadas en aplicaciones de redes metropolitanas, de acceso, cableados estructurados y CATV.

Estas fibras cumplen con IEC 60793-2-50, UIT G.652B, G.652D2, Telcordia GR-20-CORE, ANSI/IECA S-87-640.

PROPIEDADES GEOMÉTRICAS / MECÁNICAS	VALOR
No circularidad núcleo	$\leq 6 \%$
Error concentricidad núcleo / revestimiento	$\leq 1 \mu\text{m}$
Diámetro revestimiento	$125 \pm 1 \mu\text{m}$
No circularidad revestimiento	$\leq 1 \%$
Diámetro recubrimiento primario	$245 \pm 10 \mu\text{m}$
No circularidad recubrimiento primario	$\leq 6 \%$
Error concentricidad recubrimiento primario	$\leq 12.5 \mu\text{m}$
Proof Test	$\geq 8.8 \text{ N} / \geq 1 \% / \geq 100 \text{ Kpsi}$

PROPIEDADES ÓPTICAS		G.652.B	G.652.D
Diámetro Campo Modal (μm)	1310 nm	9.2 ± 0.4	9.2 ± 0.4
	1550 nm	10.3 ± 0.5	10.3 ± 0.5
Coeficiente Atenuación (dB/Km)	1310 nm	≤ 0.35	≤ 0.35
	1383 nm	----	≤ 0.35
	1550 nm	≤ 0.24	≤ 0.24
	1525 – 1575 nm	----	----
Dispersión Cromática (ps/nm.Km)	1285 – 1330 nm	≤ 3	≤ 3
	1550 nm	≤ 18	≤ 18
	1530 – 1565 nm	--	--
	1565 – 1625 nm	--	--
Longitud Onda Cero Dispersión (nm)		1300 - 1322	1300 - 1322
Pendiente Dispersión Cero (ps / nm ² Km)		≤ 0.092	≤ 0.092
Índice Refracción	1310 nm	1.467	1.467
	1550 nm	1.468	1.468
Longitud Onda Corte (nm)	Cableado	≤ 1260	≤ 1260
PMD (ps / (ps/√Km) Valor Enlace	1550 nm	< 0.1	< 0.1

Propiedades conforme a UIT-T G.652, CEI 60793-2-50, ISO/IEC 11801, EN 50173, Telcordia GR-20-CORE y ANSI/IECA S-87-640.