

**ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**  
**FACULTAD DE ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**  
**REDES DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**



**TALLER #2**

**INTEGRANTES:**

- Ronaldo Almachi
- Dennys Salazar

**TEMA:** Conocer aspectos generales de operación y funcionamiento de redes de comunicaciones ópticas (de largo alcance y capacidad).

**PERIÓDO:** 2021-A

## Preguntas

### 1. Enumerar al menos dos proveedores de infraestructura (redes ópticas) a nivel internacional.

**UFINET** es un operador de fibra óptica neutral de telecomunicaciones en el mercado mayorista. Brindan conectividad de datos, capacidad e internet por cable óptico en América. Es una empresa que opera principalmente en el sector TIC. Conecta con sus contactos clave, proyectos, accionistas, noticias relacionadas y más. Esta empresa cuenta con operaciones en España. [1]

**Yangtze Optical Fibre And Cable Joint Stock Limited Company** fue fundada en 1988 en Wuhan, China. YOFC es uno de los fabricantes y distribuidores globales más populares de productos de fibra óptica y cable. La compañía también ofrece operadores de telecomunicaciones, centros de datos y nube, campus inteligentes, transporte ferroviario, educación, redes eléctricas, electrónica de consumo y soluciones gubernamentales.[2]

### 2. Indicar el rango de velocidades máximas alcanzados por las redes de transporte óptico actuales (2021) (e.g, unidades, decenas de Tbps).

Los resultados de la última prueba realizada, y que atestiguan el nuevo récord de velocidad sobre una conexión de fibra óptica, se han publicado en Nature Communications. Gracias a dicha publicación sabemos que estos investigadores han logrado una velocidad máxima de 44,2Tbps.[3]

Movistar ofrece desde enero de 2021 un total de 1 Gb para todos los usuarios que tenían contratados previamente 600 Mbps. También hay opciones de contrato de 100 Mb y de 600 Mb pero el máximo del operador de Telefonica sería de 1 Gbps.[4]

### 3. Indicar el valor del delay alcanzado con estas tasas de transmisión (tasas máximas).

Velocidad máxima de 44.2Tbps

Para dicho cálculo asumiremos el tamaño un paquete de una conexión Fast Ethernet, es decir 1024 bits

$$T_{delay} = \frac{1024bits}{44.2 * 10^{12}bits/seg}$$

$$T_{delay} = 2.31 * 10^{-11}(seg)$$

### 4. Indicar la capacidad máxima de transmisión información de un cable continental y uno transcontinental (e.g., Tbps, cuantos STM-16, STM-64) y su tecnología correspondiente (e.g., DWDM).

Cable continental Arcos-1.



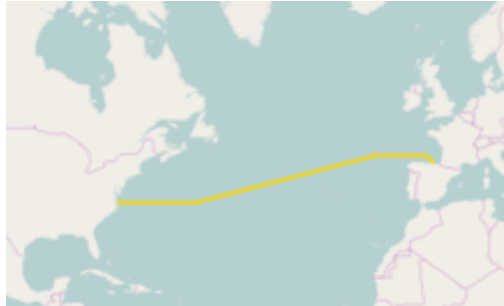
Figura 1. Recorrido del cable Arcos-1. [5]

Características: [5]

- Capacidad Inicial: 15 Gbps equivalente a 6.048 sistemas de 2 Mbps.
- Capacidad final: 960 Gbps equivalente a 387.072 sistemas de 2 Mbps.
- Gran capacidad de ampliación, la primera permitirá un incremento de 10080 sistemas de 2 Mbps adicionales.

- Longitud: 8.400 Km.
- Configuración en anillo físico en tecnología SDH, lo que garantiza un 100% de restauración automática en caso de un corte en el cable (1+1).
- 75% sin repetidores, 12 pares de fibra óptica (Tramos sin regeneración óptica).
- 25 % con repetidores, 4 pares de F.O. (tramos con regeneración óptica).
- Tecnología DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).

Cable intercontinental MAREA.



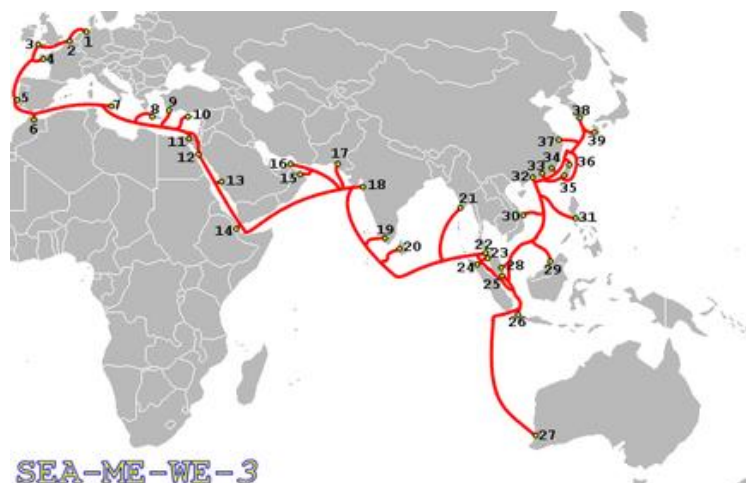
**Figura 2.** Recorrido del cable MAREA. [6]

Características: [6]

- Cable de comunicaciones transatlánticas de 6600 km (4000 millas) de largo entre Virginia Beach, Virginia, Estados Unidos y Bilbao, España
- Compuesto por un paquete de hilos de fibra óptica de ocho pares aproximadamente del tamaño de una manguera de jardín.
- Velocidad de transmisión de 160 terabits por segundo (Tbit/s).
- 8 pares de fibras \* 25 canales DWDM \* 400 Gbit/s por portadora individual (modulación 16-QAM) = 160 Tbit/s
- Tecnología DWDM

**5. Indicar la máxima distancia alcanzada por un enlace de fibra óptica (global). Además, indicar la tecnología utilizada en este caso.**

SEA-ME-WE3 o Sudeste de Asia - Oriente Medio - Europa Occidental es un cable de telecomunicaciones submarino óptico que une esas regiones y es el más largo del mundo. Terminado a finales de 2000, está dirigido por France Telecom y China Telecom, y es administrado por Singtel, un operador de telecomunicaciones propiedad del Gobierno de Singapur. El Consorcio está formado por otros 92 inversores de la industria de las telecomunicaciones. Fue encargado en marzo de 2000. [7]








**Figura 3.** Recorrido del cable SEA-ME-WE3. [7]



Características: [7]

- Tipo de cable: Fibra óptica
- Distancia: 39.000 kilómetros (24.000 millas) de longitud
- Capacidad de diseño:
  - 0,02 Tbit/s (1999)
  - 0,96 Tbit/s (2007)
  - 1,28 Tbit/s (2009)
  - 4,6 Tbit/s (2015)
- Capacidad de iluminación: 2,3 Tbit/s por par (dos pares de fibras)
- Tecnología: Uso de WDM con transmisión de jerarquía digital síncrona (SDH) para aumentar la capacidad y mejorar la calidad de la señal, especialmente en largas distancias.
- El sistema de cable en sí tiene dos pares de fibras, cada uno de los cuales transporta (en mayo de 2007) 48 longitudes de onda de 10 Gbit/s.
- En diciembre de 2009, la cuarta actualización 10G aumentó los canales WDM de 48 a 64 por par de fibra.
- El 1 de enero de 2015, se distribuyó la 5ª ampliación de capacidad a todos los propietarios. La capacidad de datos de la red submarina aumenta significativamente con tecnologías 100G.

**6. Consultar en nivel de potencia transmitida y el alcance de al menos 5 small form-factor pluggable transceptor (SFP). Además, indicar la capacidad de transmisión respectiva.**

**Tabla 1.** Datos técnicos de diferentes SFP tomados de la empresa Wuhan Yongxinfeng Science & Technology. [8]

Modelo	Potencia [dBm]	Distancia de transmisión [km]	Capacidad de transmisión [Gbps]	Imagen
SMF 40km 1310nm/1490nm BIDI 1.25G SFP Fiber Optic Transceiver Module	0~-5	40	1.25	
1.25G BIDI 80km SFP Fiber Optical Transceiver Module LC Connector	5~-2	80	1.25	
120km LC WDM DDM BIDI SFP 1.25G Fiber Optic Transceiver Module	5~0	120	1.25	
SMF SFP 1.25 G 1310nm 10KM 1.25G Fiber Optic Transceiver Module	-3~-9	10	1.25	
LC/SC 1.25G BIDI SFP 20km 1490nm SFP Fiber Optic Transceiver Module	-3~-9	20	1.25	

LC Connector FTTX 40km 1.25G SFP Fiber Optic Transceiver Module	0~5	40	1.25	
1.25G SFP SX Transceiver 850nm Multimode SFP Module	-3~-9	0.550	1.25	

## Referencias

- [1] “Servicios de fibra óptica - UFINET es un operador mayorista neutral de telecom”, *Ufinet*.  
<https://www.ufinet.com/> (consultado jun. 14, 2021).
- [2] “15 Largest Fiber Optic Companies in the World”. <https://finance.yahoo.com/news/15-largest-fiber-optic-companies-185636794.html> (consultado jun. 14, 2021).
- [3] S. Fernández, “Nuevo récord de velocidad en fibra óptica: 44,2Tbps o ‘una Wikipedia’ en 5,3 segundos”, *Xataka Móvil*, may 22, 2020. <https://www.xatakamovil.com/conectividad/nuevo-record-velocidad-fibra-optica-44-2tbps-wikipedia-5-3-segundos> (consultado jun. 14, 2021).
- [4] “Límites de la fibra óptica: Velocidad máxima y tecnologías”, *ADSLZone*.  
<https://www.adslzone.net/reportajes/internet/limites-velocidad-fibra-optica/> (consultado jun. 14, 2021).
- [5] «Que es el Cable Submarino Arcos-1?», [En línea]. Available: <http://orzalaga.blogspot.com/2007/06/que-es-el-cable-submarino-arcos-1.html>.
- [6] «MAREA», [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/MAREA>.
- [7] «SEA-ME-WE 3», [En línea]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/SEA-ME-WE\\_3](https://en.wikipedia.org/wiki/SEA-ME-WE_3).
- [8] «Fiber Optic Transceiver Module», [En línea]. Available:  
<http://opticalfibermodule.supplier.ecer.com/c1672193-fiber-optic-transceiver-module?ads=s&am=TMT&site=1&adcid=12806953139&adgid=118595147262&loc=9069516&kwd=sfp%20small%20form%20factor%20pluggable&tid=kwd-308204905348&mctp=p&rank=&net=g&gclid=CjwKCAjwn6GG>.