

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL
REDES DE COMUNICACIONES ÓPTICAS
TALLER No.8

Integrantes: Castillo Jorge, Juela Danny

1.TEMA: SDH

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIONES ÓPTICAS

2. OBJETIVOS:

- Diseñar un sistema de comunicaciones ópticas SDH mediante el uso del software OptiSystem.
- Analizar el presupuesto de potencia del sistema.
- Variar los parámetros del sistema afín de obtener el máximo (óptimo) rendimiento del sistema.
- Analizar los resultados obtenidos.

3. REQUERIMIENTO PREVIOS

- Conocimiento de Comunicaciones Ópticas.
- Conocimientos de Software OptiSystem.

4. EQUIPO Y SOFTWARE

- Un equipo de cómputo (Desktop o laptop).
- Conexión a Internet.
- Software OptiSystem.

5. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

5.1. Consulte dos equipos mux/demux SDH comerciales



Ilustración 1. Huawei-equipos de transmisión óptica OSN 1500, dispositivo de transmisión Digital SDH

El OptiX OSN 1500 eficiente transmite voz datos SAN/Video Y los servicios de vídeo en la misma plataforma [1].

En el paquete de La OptiX OSN 1500 admite las siguientes tecnologías:

- De Conmutación de Etiquetas Multiprotocolo (MPLS)
- ETH PWE3 (Pseudo de borde a borde de emulación)
- TDM PWE3

En TDM modo el OptiX OSN 1500 admite las siguientes tecnologías:

- La jerarquía digital síncrona (SDH)

- Plesiochronous Jerarquía digital (PDH)
- Ethernet
- ATM (modo de transferencia asíncrono)
- Red de área de almacenamiento (SAN)/vídeo
- Longitud de onda multiplexación por división de (WDM)
- Digital de red de datos (DDN)

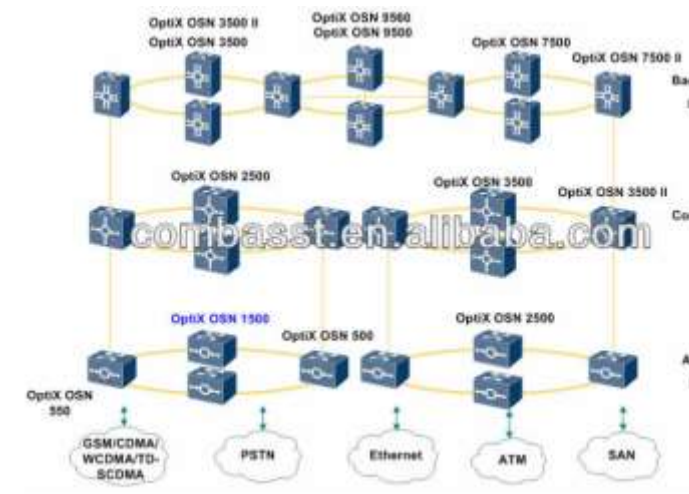


Ilustración 2. Ejemplo de aplicación OSN 1500

OptiX OSN 1500 se utiliza principalmente en la capa de acceso de la red de área metropolitana. Los escenarios de aplicación se describen de la siguiente manera:

- En TDM red puede ser en red con los otros OptiX: equipos de transmisión para optimizar la compañía
- Lograr una gama completa de soluciones de redes en la capa de acceso la convergencia de la capa.
- Con el paquete de tecnología puede constituir un paquete de red de transmisión de datos con los otros OptiX: equipos de transmisión (OptiX OSN 7500 optiX OSN 7500 II OptiX OSN 3500 OptiX OSN 500 OptiX OSN 550 Y OptiX RTN 900).
- Puede ser flexible en red con WDM y Metro equipo.
- Transparente para transmitir servicios de terceros de la capa 2 de las redes.

STM-1 STM-4 SDH/MSTP, STM-16 multiservicio [2]	
Modelo	BD-MUX04-LMXE/C
STM-1	4 agregación + 28 interfaces ópticas tributarias STM-1
STM-4	4 agregación + 4 interfaces ópticas tributarias STM-4, SFP
STM-16	4 interfaz de agregación STM-16, SFP
Conector	SC/PC o FC/PC o SFP
Interfaz	10/100Base-Tx o 100Base-Tx, cumple con IEEE 802,3
Especificación	Interfaz bidireccional de fibra única que puede ser compatible opcionalmente
SDH [3]	
Modelo	TN1U STM-1
Tipo de fibra:	Monomodo
Longitud de onda:	1300 nm o 1550 nm
Fuente óptica:	Diodo Laser
Velocidad de transmisión:	155.52 Mb/s
Conector	FCPC
Interfaz	Interfaz Ethernet en 10 Mb/s y 100 Mb/s, tipo "Learning Bridge", norma IEEE 802.3
Especificación	Anillos conmutados de trayecto dedicado (DPRing) <ul style="list-style-type: none"> • Sistemas lineales a 2 fibras • Anillos con derivaciones radiales • Anillos múltiples interconectados sincrónicamente
E1 Ethernet V.35 STM-1 SDH equipment	
Modelo	H9MO-LMA
Tipo de fibra:	Monomodo
Longitud de onda:	1300 nm ó 1550 nm
Fuente óptica:	díodo Laser
Velocidad de transmisión:	155.52 Mb/s
Conector	SC, FC
	Single fiber bi-directional interface can be optionally supported
E1 Port	2.048 Mbps
Line code	HDB3

Interfaz	Interfaz Ethernet en 10 Mb/s y 100 Mb/s, tipo "Learning Bridge", norma IEEE 802.3
----------	---

5.2. Parámetros del sistema

Diseñe y simule una red SDH:

- Varíe la capacidad del sistema y su alcance
- El resto de los parámetros son de libre configuración (utilizando valores apegados a implementaciones reales)

Con el objetivo de optimizar la red se implementan las velocidades adecuadas correspondientemente a STM-64 empleando el cálculo adecuado. De la misma forma, como se ha establecido un enlace de 100 km y un enlace de fibra simple para plantear un problema de BER y diagrama de ojo inadecuados para la transmisión.



Fig. 1. STM-64

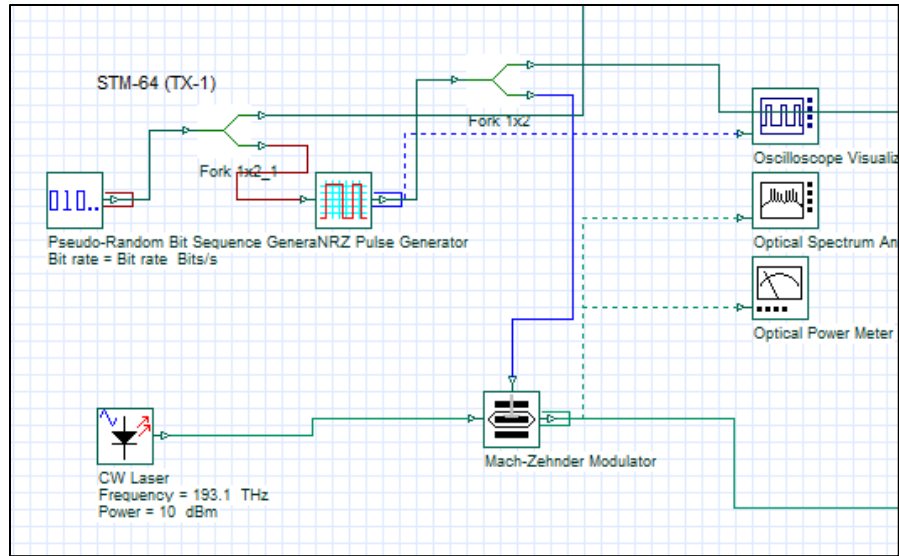


Fig. 2. Subsistemas

Para STM-64 se emplea el cálculo necesario:

$$\text{STM-64} = 64 * 8000 * (270 \text{ octetos} * 8 \text{ bits} * 9 \text{ filas}) = 10 \text{ Gbps}$$

Name	Value	Units	Mode
Simulation window	Set bit rate		Normal
Reference bit rate	<input checked="" type="checkbox"/>		Normal
Bit rate	10000000000	Bits/s	Normal
Time window	1.28e-008	s	Normal
Sample rate	640000000000	Hz	Normal
Sequence length	128	Bits	Normal
Samples per bit	64		Normal
Number of samples	8192		Normal

Fig. 3. Parámetros de simulación 10 Gbps

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Size	8		Normal
<input type="checkbox"/>	Configuration	Mux		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency	193.1	THz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Bandwidth	10	GHz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency spacing	-100	GHz	Normal
<input type="checkbox"/>	Insertion loss	0	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Depth	100	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Filter type	Gaussian		Normal
<input type="checkbox"/>	Filter order	2		Normal

Fig. 4. Parámetros del Multiplexor

Disp	Name	Value	Units	Mode
<input type="checkbox"/>	Size	8		Normal
<input type="checkbox"/>	Configuration	Demux		Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency	193.1	THz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Bandwidth	10	GHz	Normal
<input checked="" type="checkbox"/>	Frequency spacing	-100	GHz	Normal
<input type="checkbox"/>	Insertion loss	0	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Depth	100	dB	Normal
<input type="checkbox"/>	Filter type	Gaussian		Normal
<input type="checkbox"/>	Filter order	2		Normal

Fig. 5. Parámetros del Demultiplexor

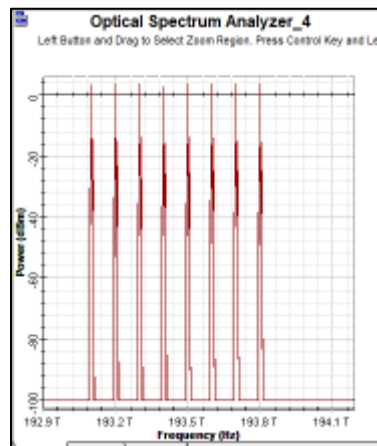


Fig. 6. OSA del Multiplexor

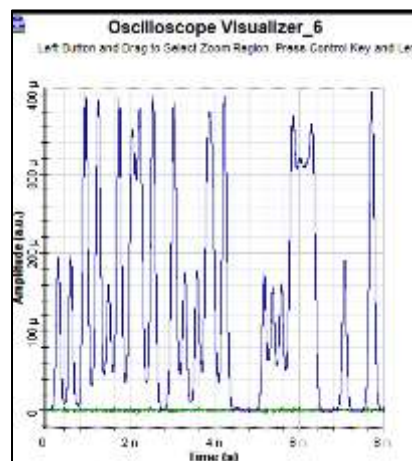


Fig. 7. Bits recibidos

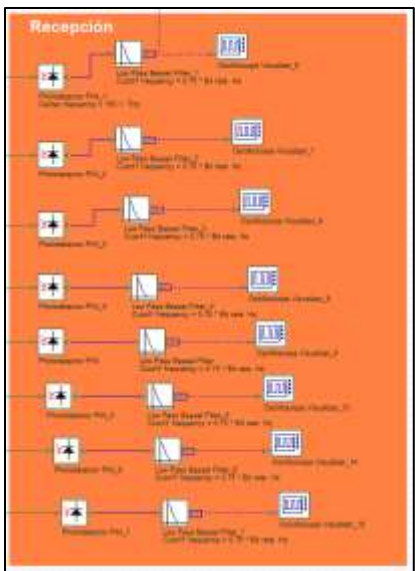


Fig 8. Recepción

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
193.1	6.2360455	-100	106.23605
193.2	6.3175181	-100	106.31752
193.3	6.256417	-100	106.25642
193.4	6.339429	-100	106.33943
193.5	6.2564169	-100	106.25642
193.6	6.2371069	-100	106.23711
193.7	6.2182628	-100	106.21826
193.8	6.1546325	-100	106.15463

Fig. 9. Canales transmitidos para el STM-64

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
193.1	-8.9268888	-100	91.073111

Fig. 10. Potencia, OSNR de la señal en el canal de 193.1 THz en el Demultiplexor

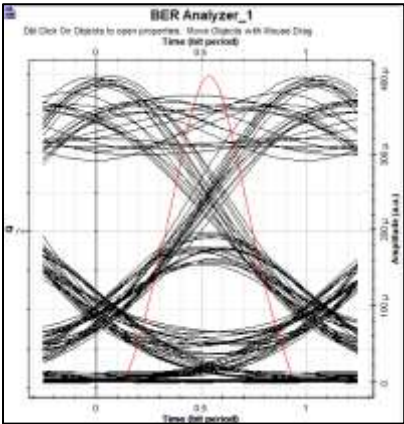


Fig. 11. Diagrama del ojo

Max. Q Factor	2.79099
Min. BER	0.00219958
Eye Height	-1.71898e-005
Threshold	8.0541e-005
Decision Inst.	0.539063

Fig. 12. BER Recepción.

- **Realice el cálculo del presupuesto del enlace.**

Conectores= 20 → pérdidas por cada una de ellas 0.5dB

Fibra óptica= 100 Km → en toda la fibra 15 dB

Spliters= 2 → 1x2 :3.2 dB cada uno

$$P_{Tx} - \alpha_{total} + G = \text{Sensibilidad}_{Rx} + \text{margen seguridad}$$

$$\alpha_{total} = \alpha_{tx-fo} + \alpha_{fo} + \alpha_{fo-rx} + \alpha_{conectores}$$

α_{tx-fo} : pérdidas de acoplamiento de luz entre la fuente y la fibra, las cuales dependerán del tipo de fuente, el tipo de fibra [óptica y sus características como apertura numérica y ángulo de aceptación.

α_{fo} : pérdidas propias de la fibra óptica presentes por la atenuación.

α_{fo-rx} : pérdidas del acople entre la fibra y el receptor, las cuales son mínimas debido a que la mayoría de los detectores presentan un área sensitiva mayor que la mayoría de los núcleos de fibra óptica.

$\alpha_{conectores}$: pérdidas por conectores, empalmes, fusiones, las cuales dependen de la cantidad de ellos presentes en el enlace.

$$\alpha_{total} = \alpha_{tx-fo} + \alpha_{fo \text{ splitter}} + \alpha_{conectores}$$

$$\alpha_{total} = 0.1[dB] + [100 \times 0.15[dB]] + 0.01[dB] + (2 \times 3.2[dB]) + (20 \times 0.5[dB])$$

$$\alpha_{total} = 31.51[dB]$$

$$P_{Tx} - \alpha_{total} + G = \text{Sensibilidad}_{Rx} + \text{margen seguridad}$$

$$10[dBm] - 31.51[dB] + G = -20[dBm] + 3[dB]$$

$$G = 4.51[dB]$$

- **Realice el análisis del diagrama del ojo, BER y la OSNR para determinar la calidad del enlace.**

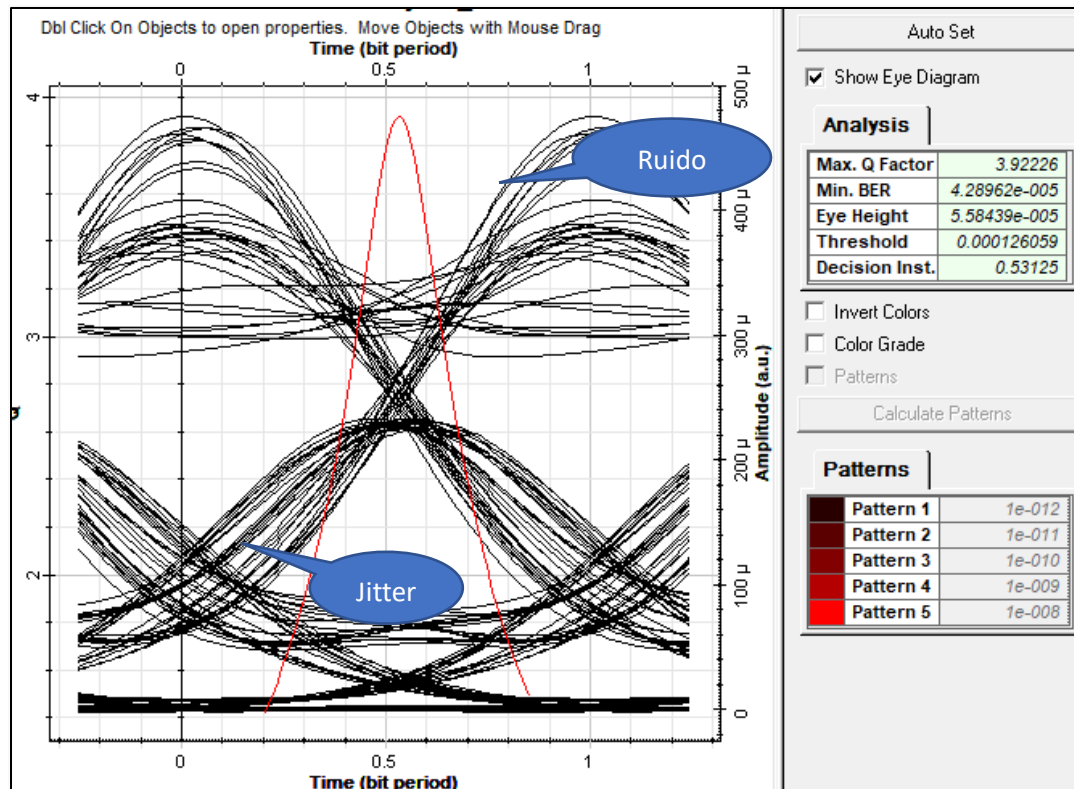


Fig. 13. BER con un enlace de fibra normal

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
193.1	6.2360455	-100	106.23605

Fig. 14. OSNR a la salida del multiplexor TX

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
193.1	-8.9268888	-100	91.073111

Fig. 15. OSNR a la salida del demultiplexor RX

Análisis:

Se tiene una mala calidad del enlace debido a que existe mucho ruido y Jitter en el diagrama del ojo y el BER es muy alto además los valores de potencia disminuyen lo cual nos da una pista de que necesitamos algún tipo de amplificación o compensación.

- *Varíe los parámetros (justifique su variación) para obtener un máximo (óptimo) desempeño del sistema.*
 - *Distancia de la fibra óptica máxima 100 km*

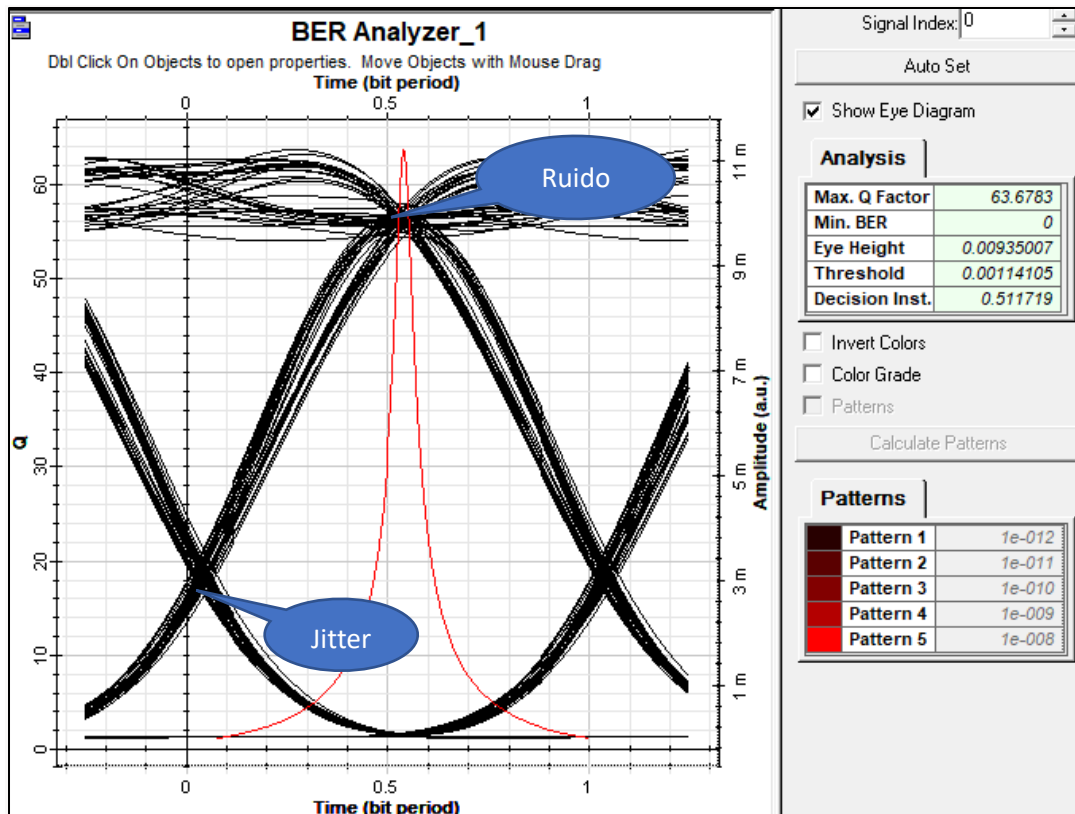


Fig. 16. BER obtenido a la máxima distancia

Frequency (THz)	Signal Power (dBm)	Noise Power (dBm)	OSNR (dB)
193.1	6.3133932	-39.013542	45.326935

Fig. 17. OSNR a la salida del del demultiplexor RX.

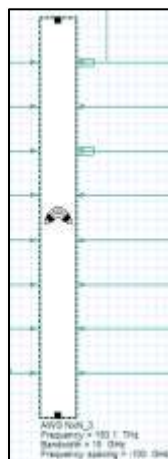


Fig. 18. AWG Multiplexor/Demultiplexor

Explicación:

Se incrementó la distancia ya que un parámetro importante en su configuración es la atenuación, así pudimos comprobar que la duración de la simulación toma más tiempo conforme se coloca mayores distancias. Además, como se observa en la figura 17 se reduce considerablemente de 91 a 47 dB aproximadamente la OSNR del canal

de 193.1 THz. El ancho de banda mínimo es de los multiplexores y demultiplexores es de 15 GHz. Igualmente, el BER obtenido se puede observar en la figura 16 además en el diagrama del ojo se observa una disminución considerable del ruido, y de Jitter.

CONCLUSIONES:

- A pesar de que ambos multiplexores tienen la funcionalidad de add/drop, los OADM son distintos de los multiplexores de add and drop. El primero funciona en el dominio fotónico bajo multiplexación por división de longitud de onda, mientras que el segundo se considera implícitamente que funciona en las redes tradicionales SONET/SDH. Su implementación permite usar diferentes configuraciones.
- Es de mencionar que Optisystem no permite simular equipos de transmisión ópticos completos o estaciones base, dado que se configuran puertos y de manera tradicional se emplean enlaces punto a punto. El uso de subsistemas permite la interpretación de mecanismos completos, sin embargo, se requiere configurar los puertos de estos subsistemas de manera que sean evidentes en cuanto a su uso.
- Al utilizar jerarquías SDH como en este caso STM-16 podemos utilizar varios transmisores que colocando su fuente laser a diferentes frecuencias por medio de un multiplexor es posible transmitir al mismo tiempo como se lo hace en WDM.
- El multiplexor y demultiplexor permiten que se pueda utilizar la tecnología SDH por medio de la multiplexación de longitud de onda al retransmitir se busca notar las similitudes de los bits transmitidos con los retransmitidos y obtener el mismo BER.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda colocar los parámetros de velocidad de acuerdo con la jerarquía SDH utilizada. Colocar los WDM analizar en el canal a ser estudiado para poder realizar la comprobaciones necesarias al analizar los resultados.

REFERENCIAS:

- [1] “Huawei-equipos De Transmisión Óptica Osn 1500, Dispositivo De Transmisión Digital Sdh - Buy Huawei Optix Osn 1500, Optical Transmission Equipment, Sdh Transmission Device Product on Alibaba.com.” <https://spanish.alibaba.com/product-detail/huawei-osn-1500-optical-transmission-equipment-digital-sdh-transmission-device-60359048355.html?spm=a2700.details.maylikeexp.10.20e171d8JzE14u> (accessed Aug. 05, 2021).
- [2] «Multiplexor Stm-1 Stm-4 Sdh/mstp, Stm-16 Multiservicio - Buy Sdh Multiplexer, Stm-1 Multiplexer, Stm-4 Multiplexer Product on Alibaba.com». <https://spanish.alibaba.com/product-detail/multi-service-stm-1-stm-4-stm-16-sdh-mstp-multiplexer-60315025443.html> (accedido jul. 14, 2021).
- [3] «SDH equipment, STM-1 SDH, E1 SDH v.35 ethernet». <http://www.fastfom.com/sdh-multiplexer/84-h9mo-lma-e1-ethernet-v35-stm-1-sdh-equipment.html> (accedido jul. 14, 2021).