



## **INFORME DE PRÁCTICA 5**

### **I. PORTADA**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial  
“Práctica N°5”

Tema: Redes PON y GPON

Carrera: Telecomunicaciones

Unidad de Organización Curricular: Profesional

Línea de Investigación: Nanotecnología

Ciclo Académico y Paralelo: 8 “A”

Alumno:  
Aldaz Saca Fabricio Javier  
Balseca Castro Josue Guillermo  
Chimba Amaya Cristian Orlando  
Ibarra Rojano Gilber Andres  
León Armijo Jean Carlos  
Sivinta Almachi Jhon Richard  
Telenchana Tenelema Alex Roger  
Toapanta Gualpa Edwin Paul

Módulo y Docente: Comunicaciones Ópticas Ing. Juan Pablo Pallo

### **II. INFORME DE LA PRACTICA N°5**

#### **2.1 Tema**

Simular una red PON mediante el software OptiSystem para evaluar su rendimiento y eficiencia para diferentes configuraciones y parámetros.

#### **2.2 Objetivos**

##### **GENERAL**

Desarrollar la simulación de una red de fibra óptica.

##### **ESPECIFICOS**

- Realizar la topología de la red de fibra óptica en OptiSystem, incluyendo la correcta conexión y selección de los componentes claves.
- Simular la propagación de la señal óptica a través de la red de fibra óptica, teniendo en cuenta los efectos de la atenuación, la dispersión y otras distorsiones, para analizar la integridad de la señal transmitida.
- Evaluar el rendimiento de la red PON mediante cambios en las configuraciones de la red realizada para diferentes condiciones de transmisión y diferente número de abonados.



## 2.3 Resumen

El presente informe presenta el desarrollo de dos simulaciones en el software Optisystem, esto se lo realiza para analizar el funcionamiento, configuración y elementos necesarios en una red PON, para la primera simulación se presenta una red PON para 4 ONT con una distribución equitativa de la potencia óptica para cada una y para la segunda práctica planteada en clase se presenta una red de fibra óptica GPON para 200 abonados distribuidos en 5 grupos.

Ambas simulaciones presentan una red PON las cuales empiezan con un transmisor de datos de la red trabajando a una longitud de onda de 1550 nm con 0 dBm. El siguiente punto incluye un circulador bidireccional encargado de dar acceso tanto a la fibra óptica como al circuito de recepción. La fibra óptica se conecta al splitter bidireccional que es el encargado de enviar la señal de la OLT a todas las ONU. Para la primera simulación para una distribución equitativa de las ONT se usa un splitter 1:8 Bidireccional, para la segunda simulación planteada se usa un splitter 1:10 Bidireccional seguido de atenuadores ópticos para redistribuir la potencia óptica dependiendo del número de usuarios finales. Al circuito de recepción lo conectamos a un regenerador de señal 3R que regenera la señal en amplitud, forma y en tiempo con referencia a la señal original, ya con la señal regenerada se procede a visualizar la señal con la herramienta de Optisystem, BER ANALYZER para visualizar la calidad de transmisión.

## 2.4 Palabras clave: (redes PON, GPON, Atenuador óptico)

## 2.5 Introducción

Las fuentes ópticas son componentes activos en un sistema de comunicaciones por fibra óptica, cuya función es convertir la energía eléctrica en energía óptica, de manera eficiente de modo que permita que la salida de luz sea efectivamente inyectada o acoplada dentro de la fibra óptica.

En la búsqueda constante de soluciones eficientes de transmisión de datos, las redes de fibra óptica han emergido como una vanguardia en el campo de las telecomunicaciones. En esta ocasión, nos sumergiremos en el mundo de la simulación de estas redes mediante el software Optisystem.

La capacidad de las fibras ópticas para transmitir datos a través de señales luminosas ha revolucionado la conectividad, proporcionando un medio altamente eficiente y confiable para el transporte de información. En este laboratorio, exploraremos la simulación de una red de fibra óptica, comprendiendo desde las bases conceptuales hasta la aplicación práctica a través de pruebas de funcionamiento y análisis de datos y señales obtenidas.

El enfoque estará en las redes ópticas pasivas (PON), una arquitectura innovadora que utiliza divisores de fibra óptica para permitir que una sola fibra sirva a múltiples puntos finales, como clientes, eliminando la necesidad de múltiples conexiones individuales. Desde la fibra hasta la acera (FTTC) hasta la fibra hasta el hogar (FTTH), exploraremos cómo estas tecnologías transforman la conectividad Ethernet y su aplicación en diversos entornos.



## 2.6 Materiales y Metodología

### Redes PON Y GPON

#### MATERIALES

- Pseudo-Random Bit Sequence
- NRZ Pulse Generator
- CW Laser • Mach-Zender Modulator
- 4 Conectores
- 2 Fibra Óptica monomodo
- Polarization Attenuator
- 1 Optical Amplifier
- 3R Regenerator

#### EQUIPOS

- Analizador de BER
- Analizador Óptico de espectro
- Visualizador Óptico de tiempo
- Optical Power Meter

## 2.7 Resultados y Discusión

### Simulación 1

Como primer paso se procede armar la red PON con los siguientes valores y equipos necesarios en el software de simulación Optisystem.

COMPONENTES	VALORES
WDM Transmitter	Frecuencia: 193.1 Thz Frecuencia de esparcimiento = 100GHz Potencia: 0 dBm
Optical Delay	Delay=1
Bidirectional Optical Fiber	Length= 15 km Attenuation =0.2 dB/km
Low pass Bessel Filter	Cutoff frequency= 0.75 * Bit rate Hz



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdra. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR

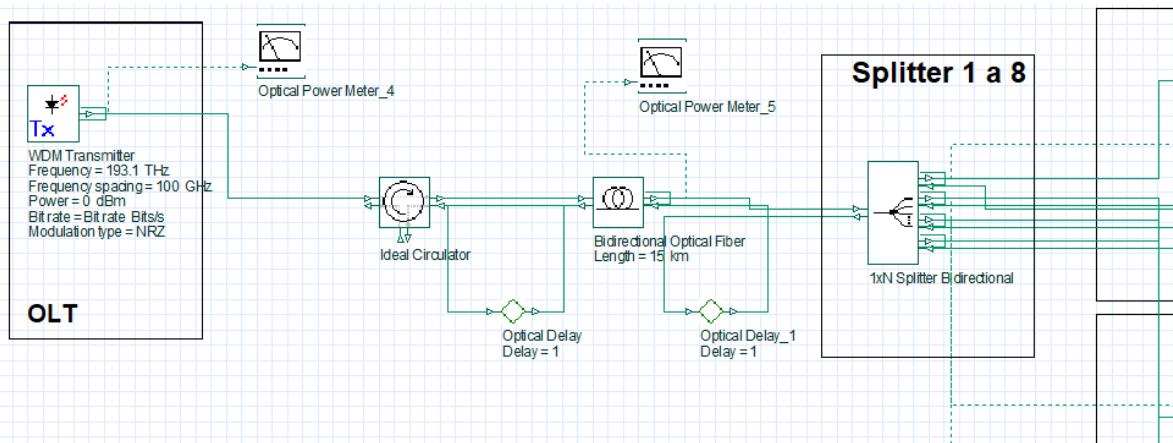


Ilustración 1. Red PON parte I

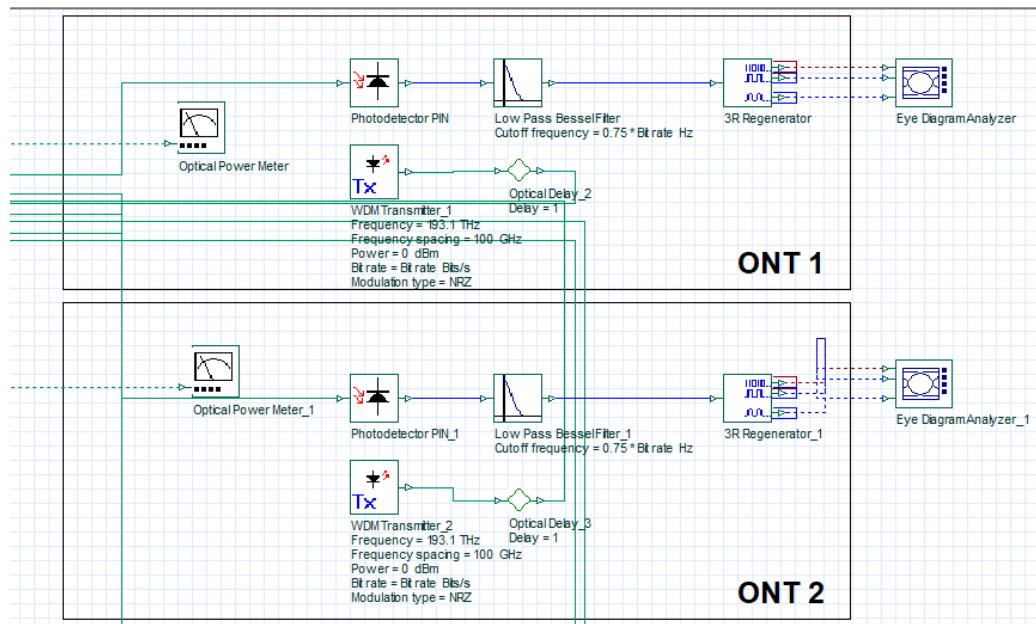
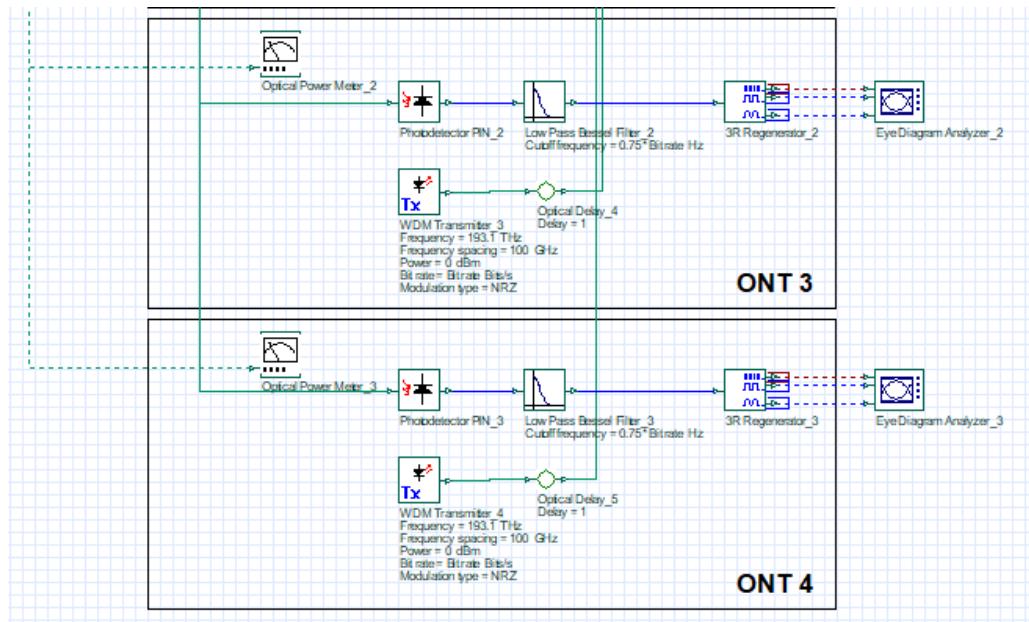


Ilustración 2. Red PON parte 2



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

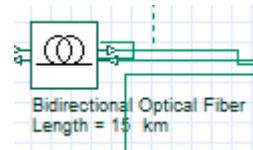
Cdra. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR



*Ilustración 3. Red PON parte 3*

A continuación, se procede a calibrar cada uno de los equipos de nuestra red con los requerimientos necesarios para finalmente verificar el correcto funcionamiento de esta.

WDM Transmitter con Frecuencia: 193.1 Thz,  
Frecuencia de esparcimiento = 100GHz  
Potencia: 0 dBm.  
Optical Delay Delay=1  
Bidirectional Optical Fiber Length= 15 km  
Attenuation =0.2 dB/km.  
Low pass Bessel Filter Cutoff frequency= 0.75 \* Bit rate Hz



*Ilustración 3. Red modificada con los respectivos parámetros*

Los cambios efectuados se visualizan en la siguiente gráfica:



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR

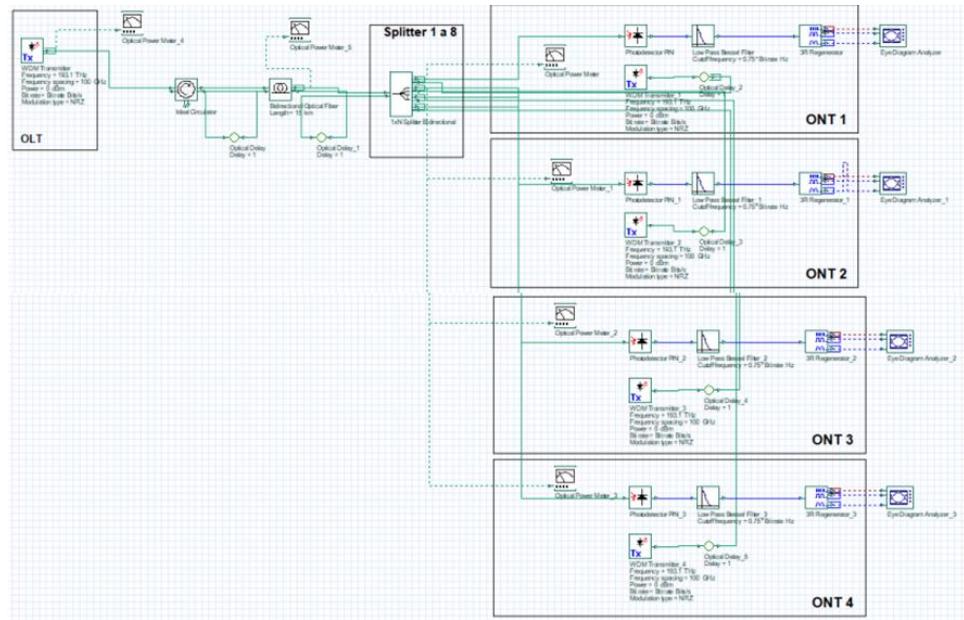


Ilustración 4. Red modificada con los respectivos parámetros

Potencia óptica obtenida a la salida del transmisor WDM, el cual tiene una frecuencia de 192.1 THz, una frecuencia de espaciamiento de 100 Ghz y modulación tipo NRZ.

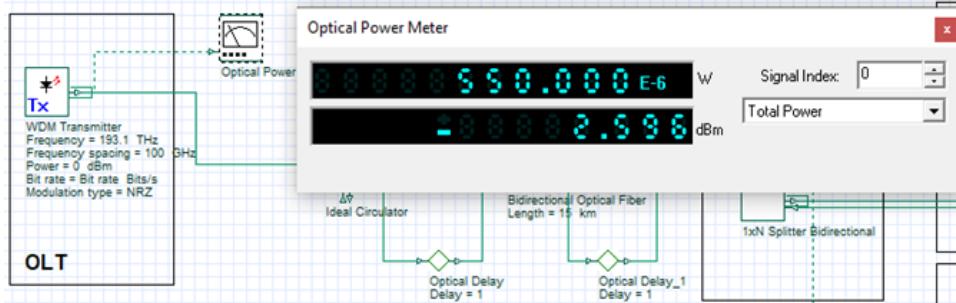


Ilustración 5. Potencia de entrada

Potencia óptica obtenida a partir del transmisor WDM, pero que a traviesa fibra óptica bidireccional con una longitud de 15 km, y un longitud de onda de 1550 nm.

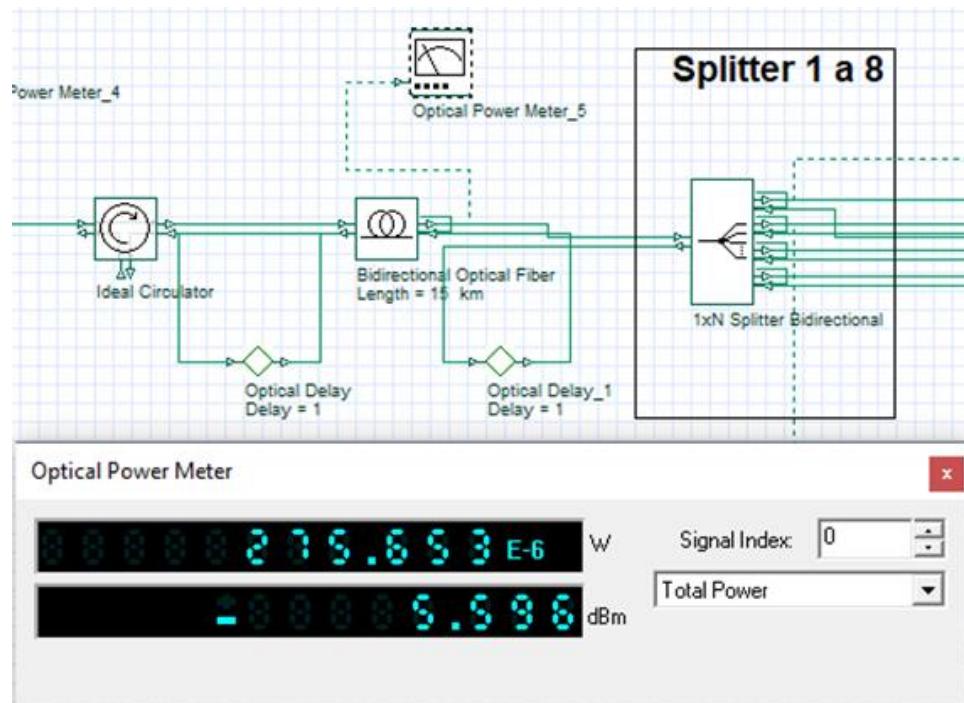


Ilustración 6. Potencia después de colocar la fibra de 15 km

Se puede observar que hay una reducción de aproximadamente el 50% de la potencia de transmisión. Al pasar dicha potencia a través del splitter 1 a 8, esta tenderá a reducirse aún más, pero se mantendrá en un valor exacto para cada ONT creado a partir del splitter. En este caso observaremos la potencia de salida del splitter, para cada ONT.

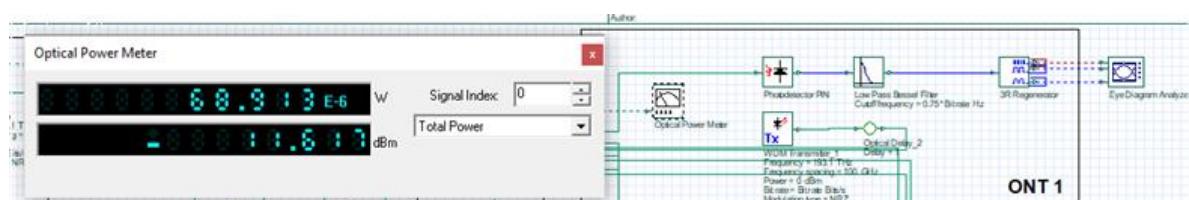


Ilustración 7. Potencia de la ONT

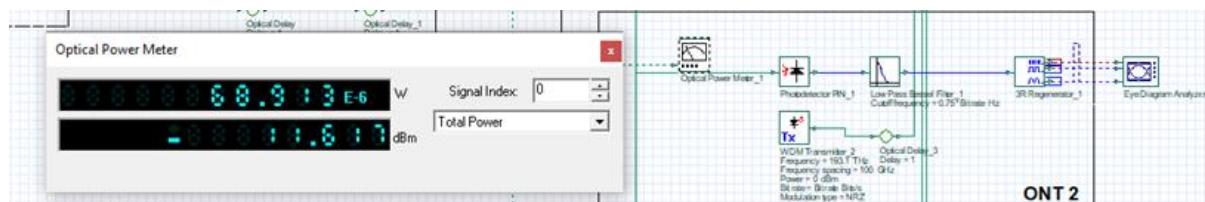


Ilustración 8. Potencia de la ONT

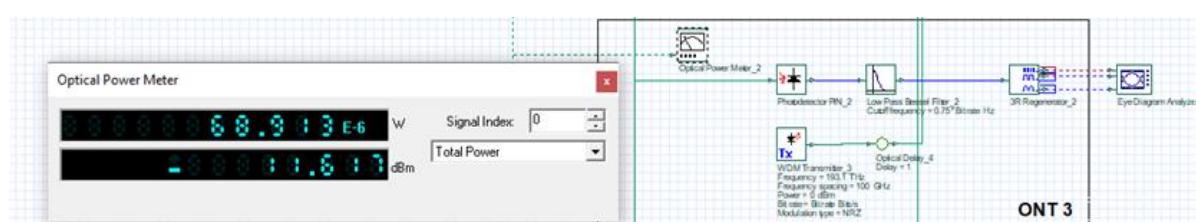




Ilustración 9. Potencia de la ONT

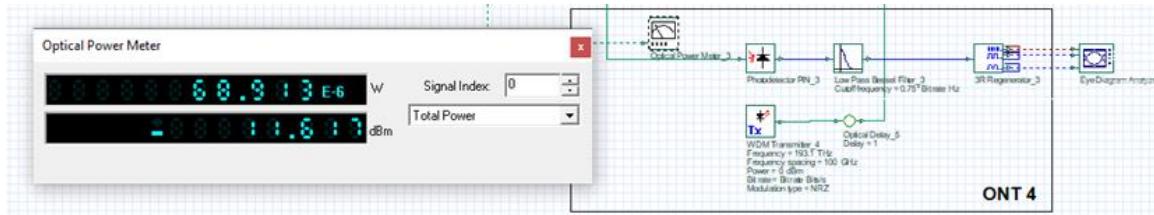


Ilustración 10. Potencia de la ONT

Y visualizando los diagramas en cada salida de los ONT, se tiene que:

### ONT 1

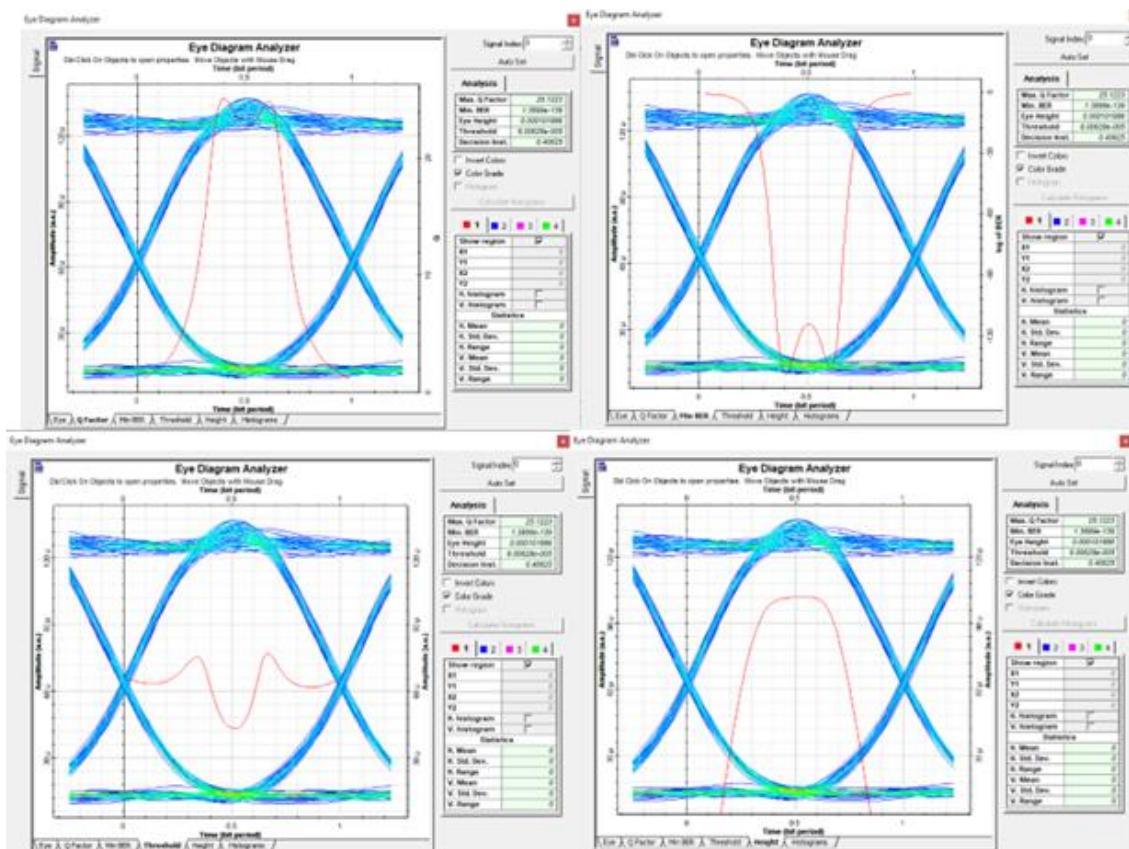


Ilustración 11. Potencia de la ONT



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cda. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR



## ONT 2

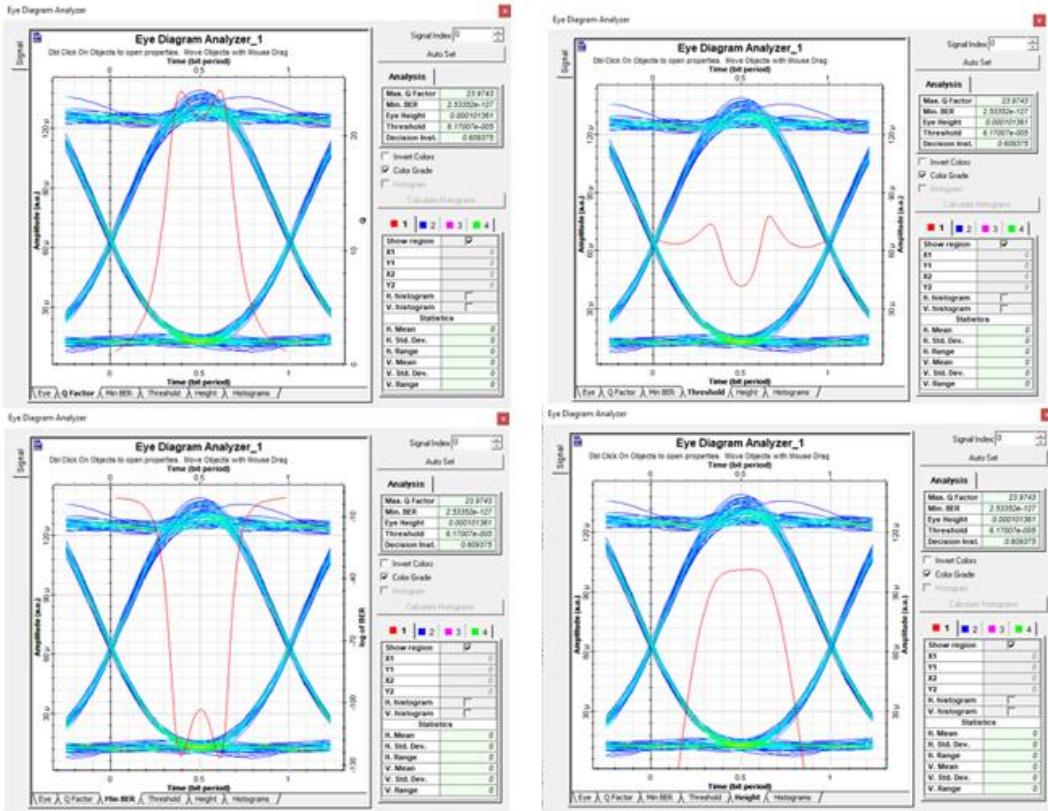


Ilustración 12. Potencia de la ONT

## ONT 3

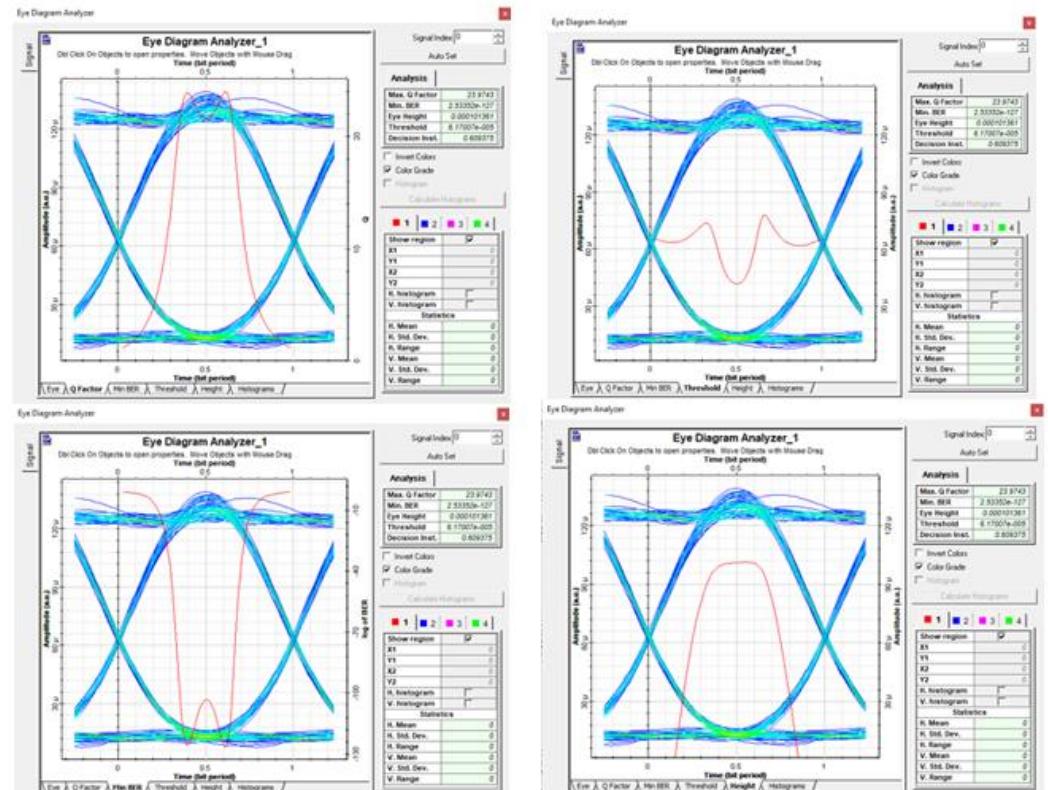


Ilustración 12. Potencia de la ONT



## ONT 4

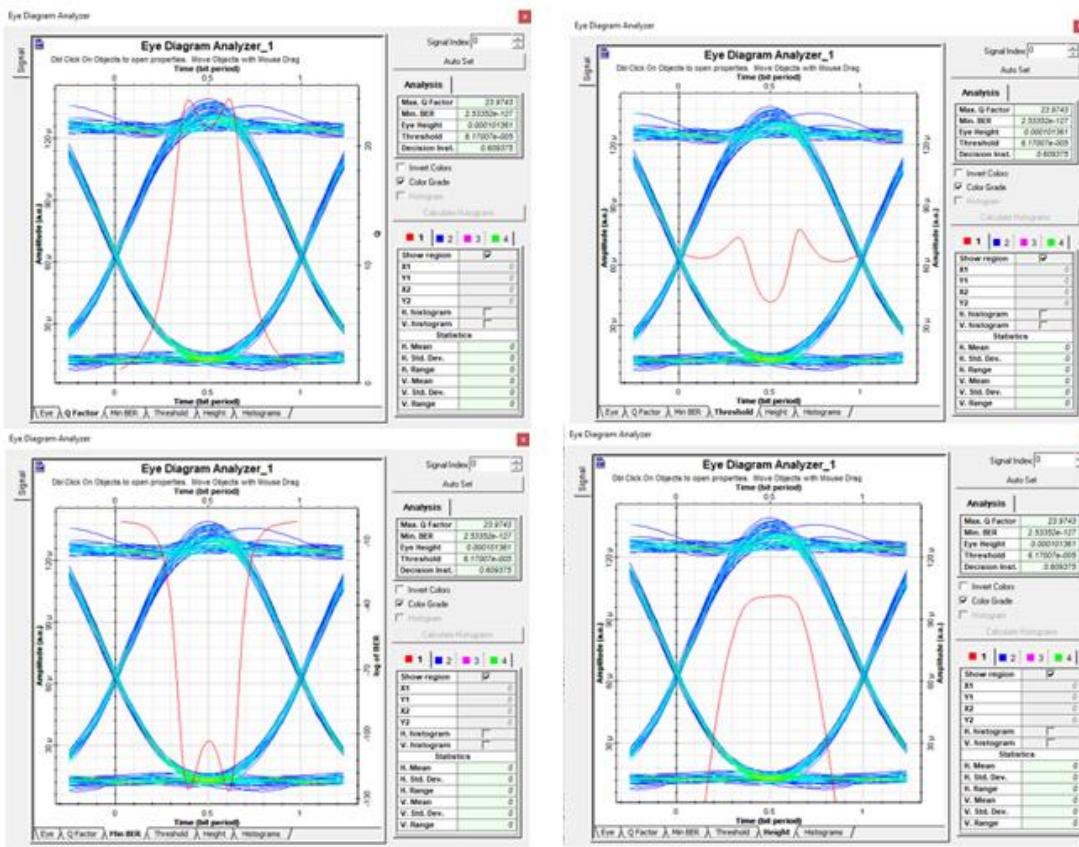


Ilustración 13. Potencia de la ONT

## Simulación 2

Para esta simulación se creó una red Gpon para 400 usuarios divididos en 5 grupos, la división esta de la siguiente manera:

1. Empresa: 200 usuarios
2. Universidad: 100 usuarios
3. Centro comercial: 50 usuarios
4. Urbanización: 40 usuarios
5. Play zone: 10 usuarios

Se realizo la misma distribución de la red Pon de emisor, para la red Gpon y se colocó un splitter 1xN para los 5 grupos, ya que no existe un splitter de 1x5

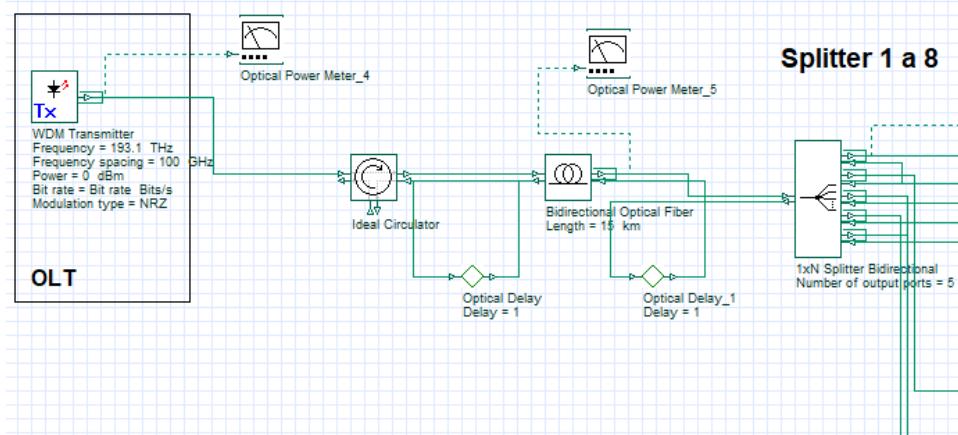


Ilustración 14. Emisor de red Gpon y Splitter 1xN

Se crearon las 5 ONT para los 5 grupos requeridos, hay que tomar en cuenta que la potencia entregada después del splitter será la misma para los 5 grupos de tal modo que para poder redistribuir la potencia para cada grupo dependiendo de la cantidad de usuarios fue necesario la implementación de atenuadores variando su valor.

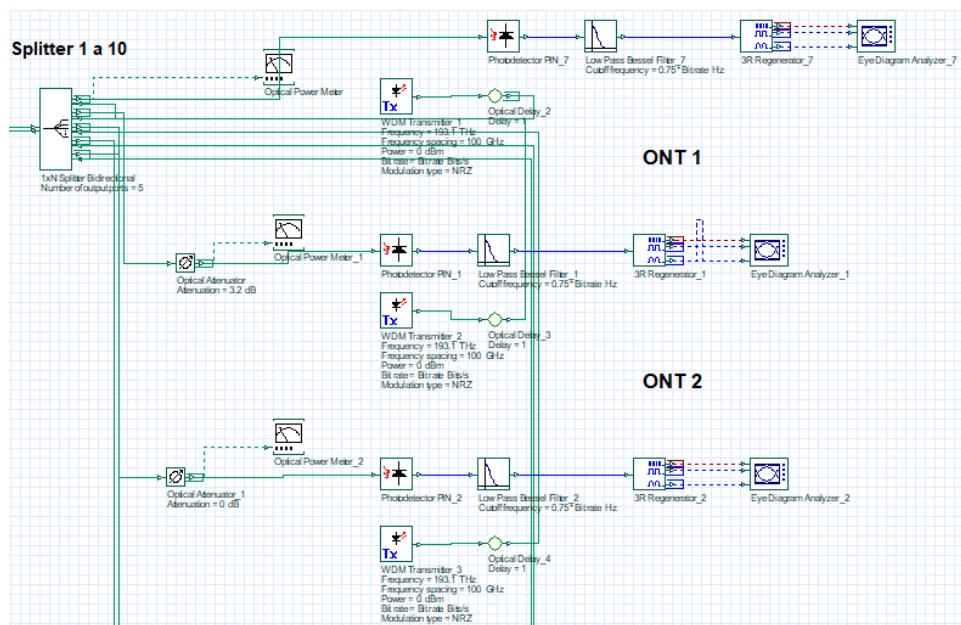


Ilustración 15. ONT de la red Gpon

La potencia de entrada fue de 550 uW, esta potencia es antes de colocar la fibra de 15 Km

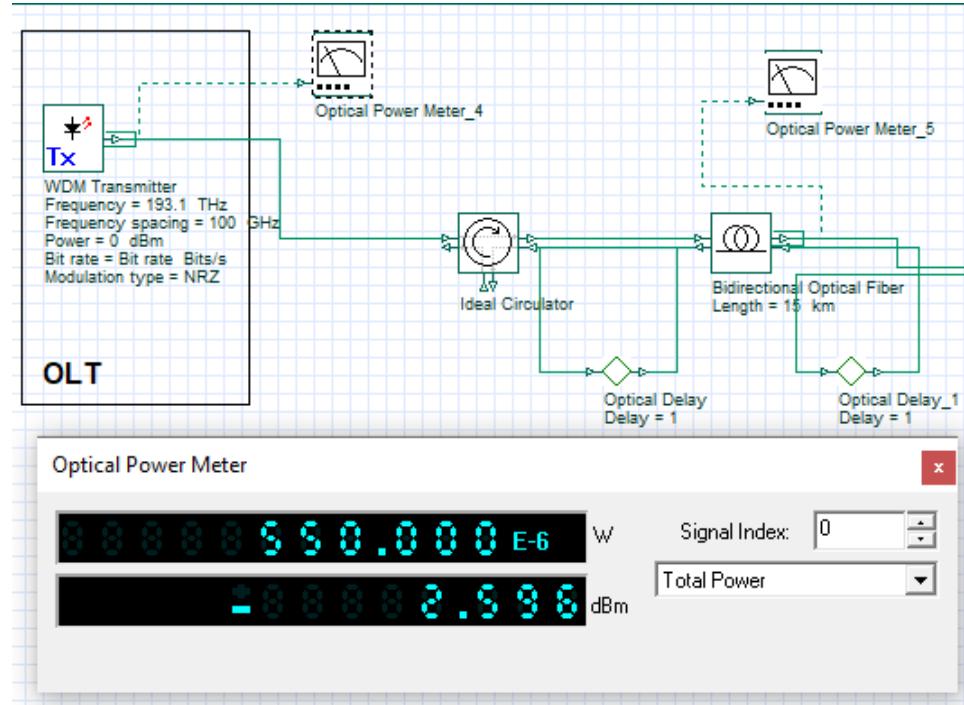


Ilustración 15. Potencia de entrada red Gpon

Después de colocar la fibra de 15 km se puede observar una reducción de la potencia del 50% con un valor de 275,65 uW

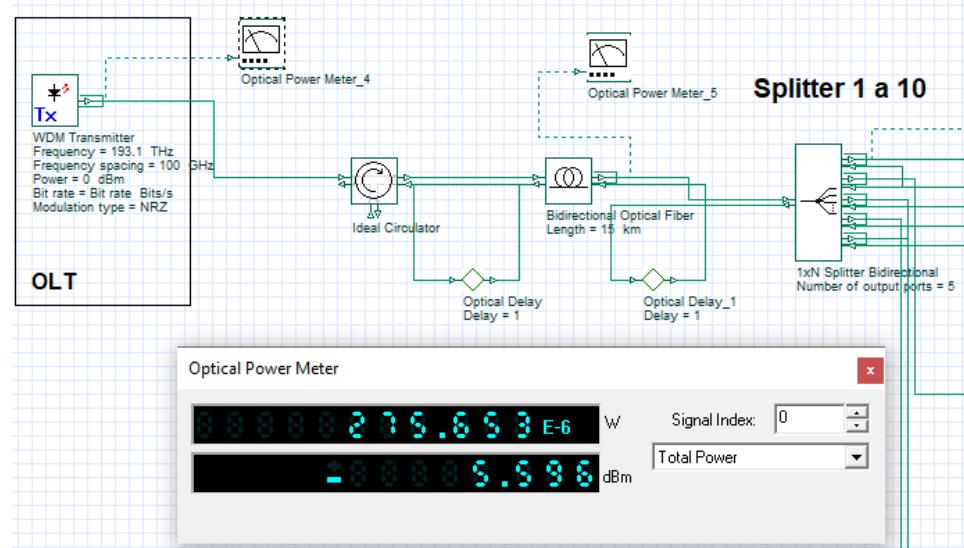


Ilustración 15. Potencia después de la fibra de 15 Km

Una vez colocado el splitter y los atenuadores tenemos las potencias ya divididas para cada grupo, a mayor cantidad de usuario mayor potencia de salida



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR

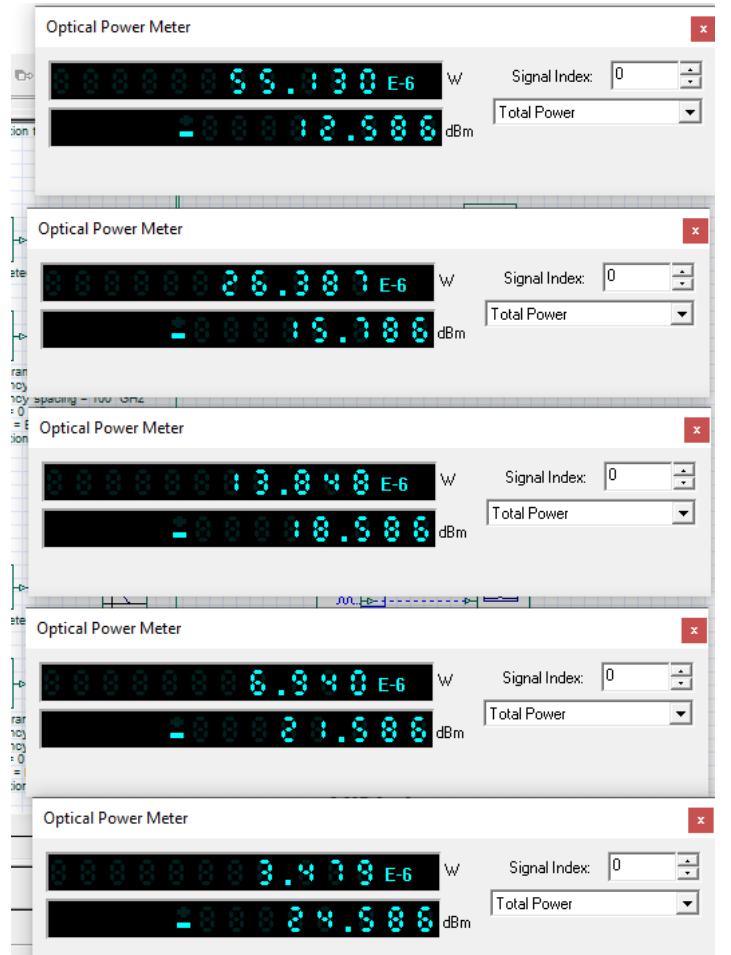


Ilustración 16. Potencia de cada grupo de la red Gpon

Finalmente podemos verificar la calidad de la señal en cada ONT con los diagramas de ojo, donde se puede apreciar un diagrama limpio sin tanto ruido.

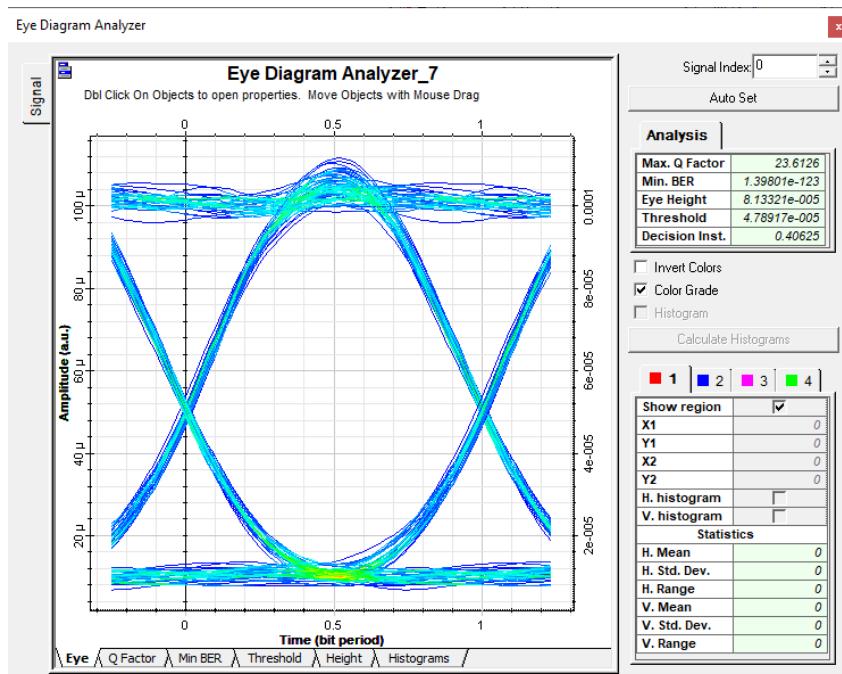


Ilustración 16. Diagrama de ojo ONT 1



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR



Eye Diagram Analyzer

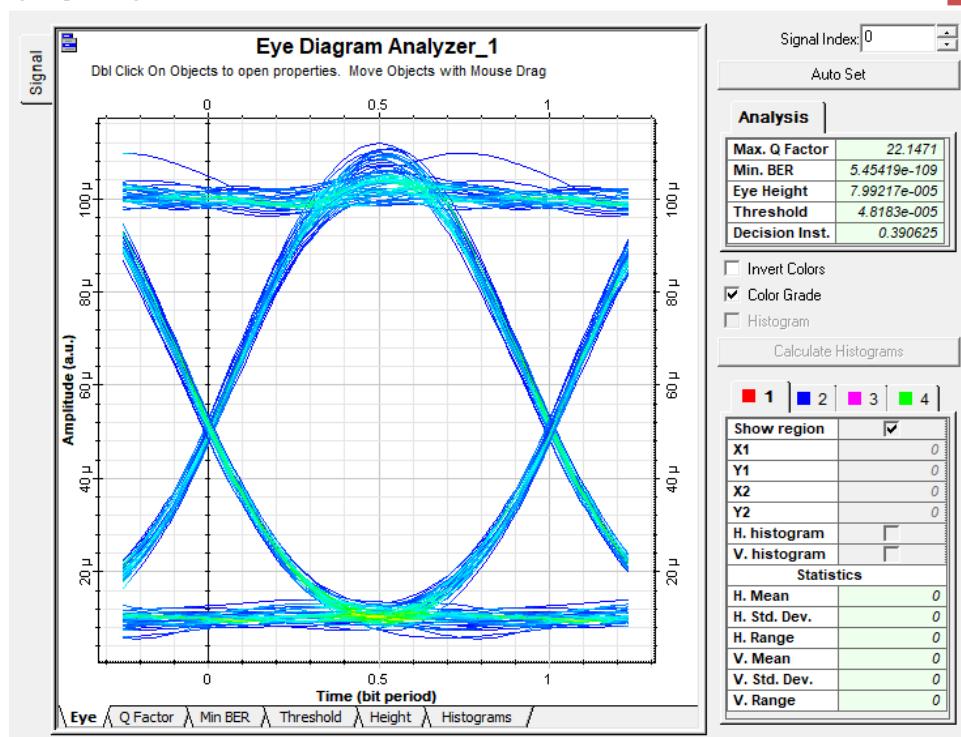


Ilustración 17. Diagrama de ojo ONT 2

Eye Diagram Analyzer

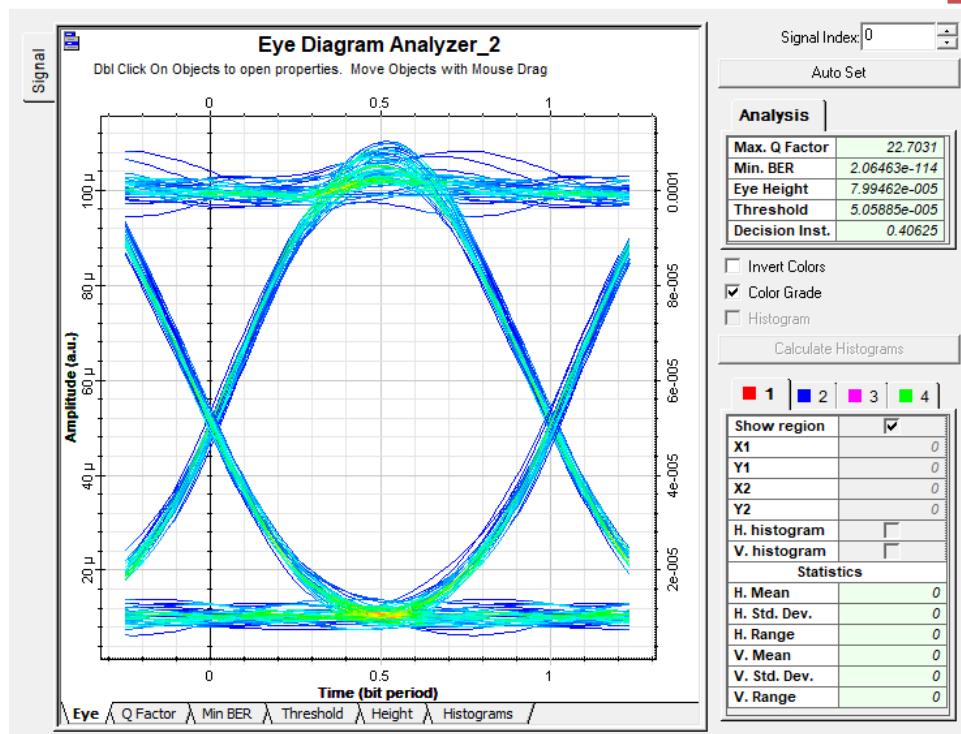


Ilustración 18. Diagrama de ojo ONT 3



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR

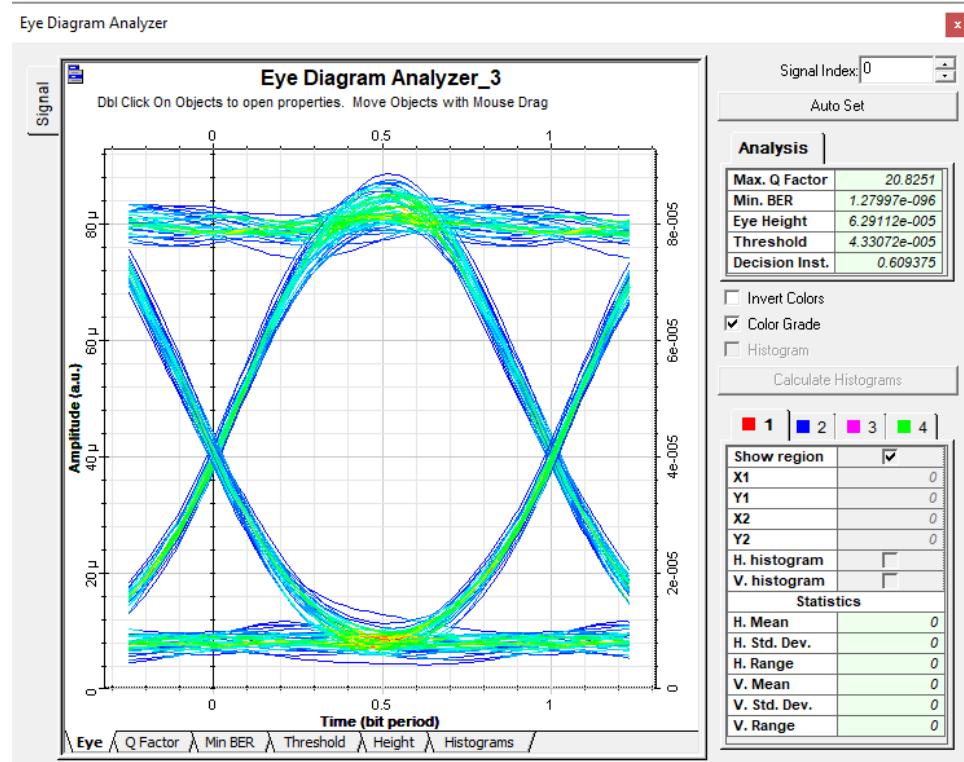


Ilustración 19. Diagrama de ojo ONT 4

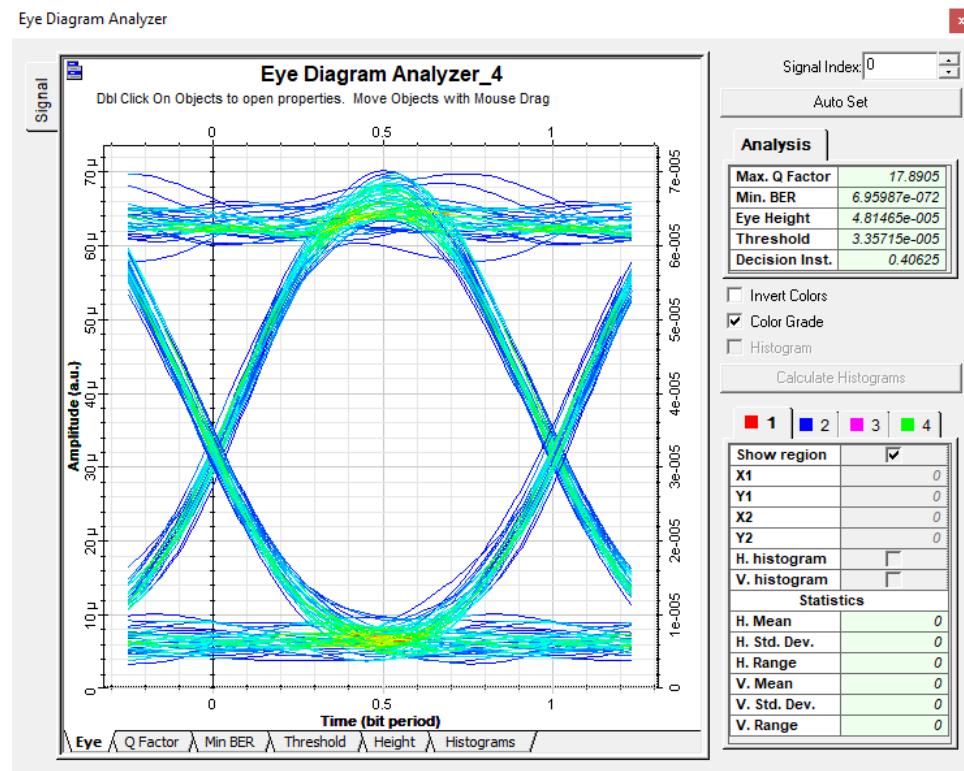


Ilustración 20. Diagrama de ojo ONT 5



## 2.8 Conclusiones

- La simulación de una red Gpon en el software de simulación de Optisystem permite evaluar y analizar el desempeño de una infraestructura de red de fibra óptica en un entorno virtual. Esta simulación ofrece una manera eficiente de probar diferentes configuraciones y parámetros de la red antes de implementarla en la realidad.
- Mediante la simulación se pudo observar que la potencia de entrada fue de 550 uW, una vez colocada la fibra monomodo de 15km esta bajó a casi la mitad por el valor de 275 uW y finalmente después de colocar el splitter bajo a 68.91 uW. Esto nos da a entender que la potencia se ve más afectada cuando se coloca el dispositivo pasivo que por la longitud de la fibra.
- Para la creación de una red Gpon de 400 usuarios divididos en 5 grupos se tuvo que dividir la cantidad de potencia que salida para cada grupo teniendo que usar atenuadores para la misma teniendo en cuenta que se debe ajustar de manera correcta hasta unos 5 o 10 dB ya que esos distorsionan el diagrama de ojo.

## 2.9 Recomendaciones

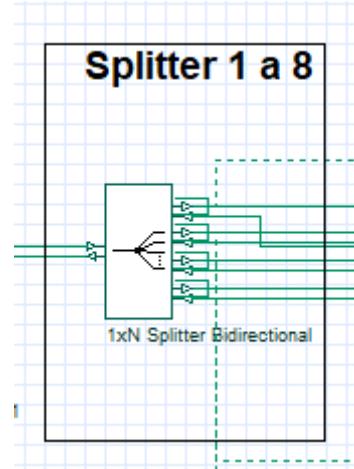
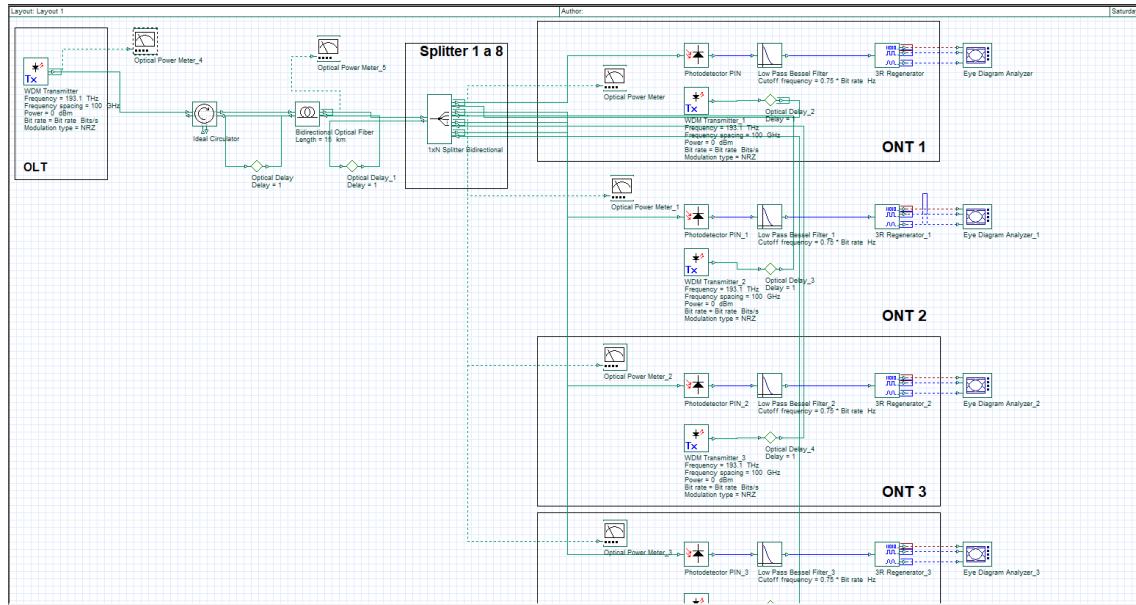
- Si observamos que tenemos una potencia relativamente baja después de colocar la fibra monomodo, reducir la longitud de esta, en el caso de la práctica se redujo de 15 a 10 km la longitud de la fibra óptica para tener mayor potencia de salida.
- La potencia entregada después de colocar la fibra monomodo va a ser la misma para los 5 grupos, por lo cual para dividir esta potencia de diferente manera para cada grupo es necesario el uso de atenuadores, pero es de suma importancia ir cambiando los valores poco a poco para evitar que dañen los diagramas de ojo, estos valores irán entre los 0 a 10 dB.
- Para hacer la división de los 5 grupos no existe un splitter de 1 a 5, lo más recomendable para este tipo de simulaciones es colocar el splitter 1xN, para poder cumplir con los requisitos de la práctica.

## 2.10 Referencias Bibliográficas

- [1] G. Argos, «LEDS Y LDS EN COMUNICACIONES ÓPTICAS,» [En línea]. Available: <http://garciaargos.com/descargas/apuntes/5curso/ComunicacionesOpticas2/LEDs%20y%20LDs%20parte%201.pdf>. [Último acceso: 3 7 2023].
- [2] «Universidad Politécnica de Valencia,» [En línea]. Available: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/174481/Gonzalvez%20-Diseno%20de%20redes%20de%20acceso%20opticas%20para%20comunicaciones%20G%20basadas%20en%20la%20generacion%20fot....pdf?sequence=1>. [Último acceso: 3 7 2023].
- [3] «Repositorio Institucional UFF,» [En línea]. Available: [https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/25917/TCC\\_Rafael%20Carlos\\_Vin%C3%adcius%20Somogyi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://app.uff.br/riuff/bitstream/handle/1/25917/TCC_Rafael%20Carlos_Vin%C3%adcius%20Somogyi.pdf?sequence=1&isAllowed=y). [Último acceso: 3 7 2023].



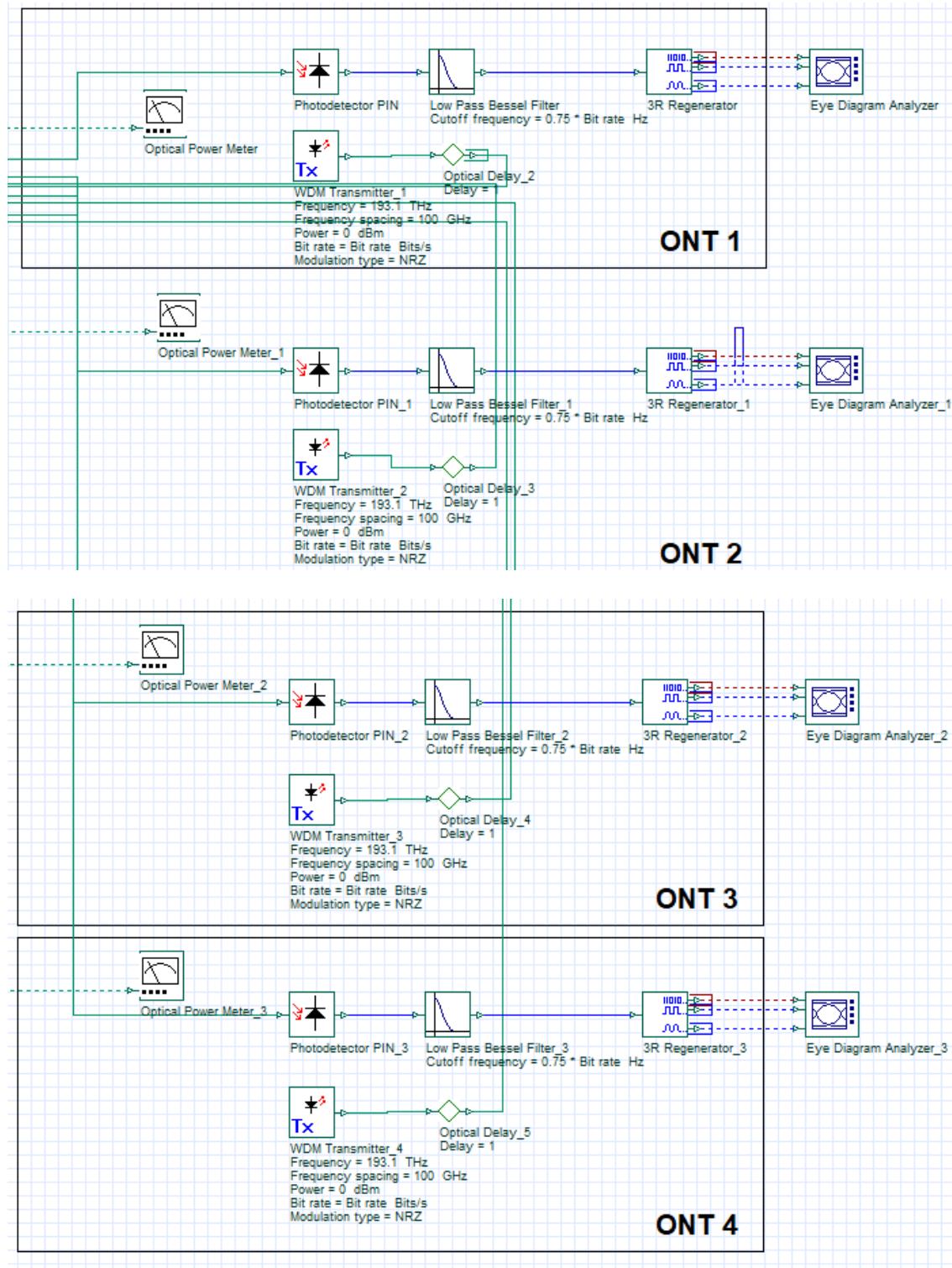
## 2.11 Fotografías y Gráficos

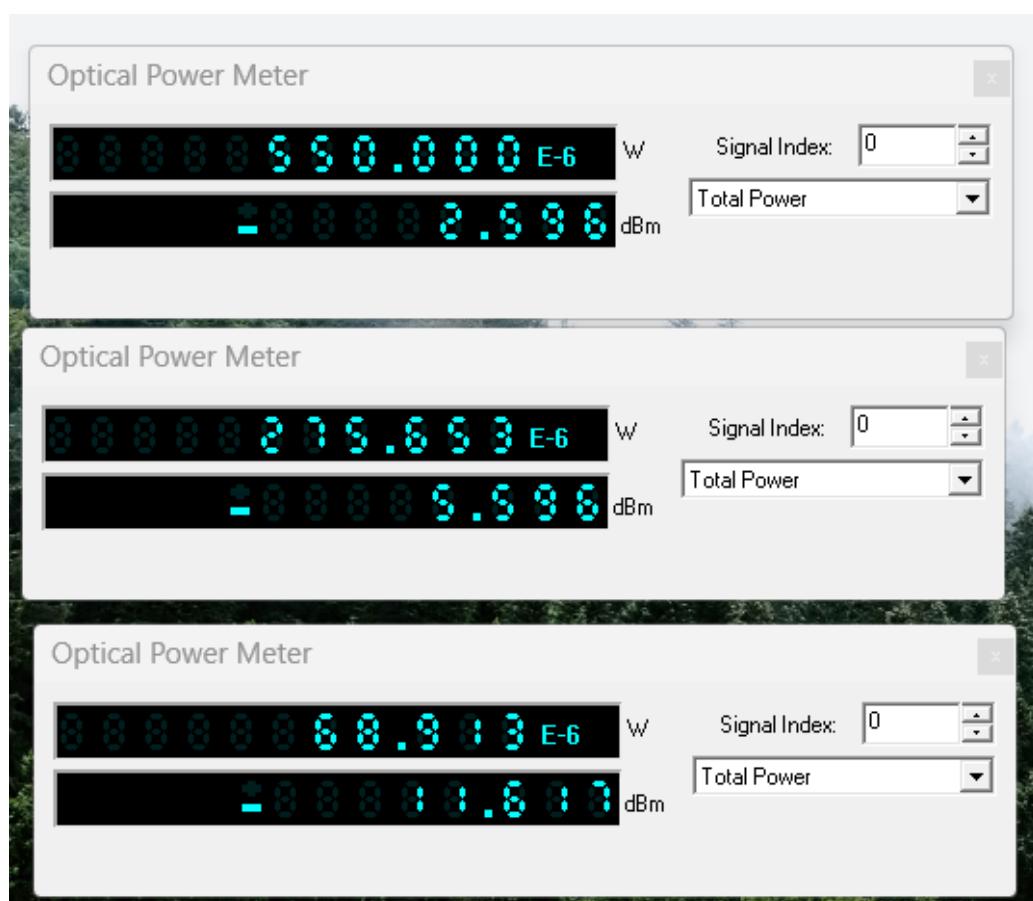




**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE TELECOMUNICACIONES**  
**PERÍODO ACADÉMICO: ABRIL 2023 - SEPTIEMBRE 2023**

Cdla. Universitaria (Predios Huachi) / Casilla 334 / Telefax: 03-2851894 – 2411537, Correo Electrónico: carrera.industrial@uta.edu.ec  
AMBATO-ECUADOR







## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

### FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICOS E INDUSTRIAL



#### CARRERA DE TELECOMUNICACIONES

#### **INTEGRANTES:**

- Aldaz Saca Fabricio Javier
- Balseca Castro Josue Guillermo
- Chimba Amaya Cristian Orlando
- Ibarra Rojano Gilber Andres
- León Armijo Jean Carlos
- Sivinta Almachi Jhon Richard
- Telenchana Tenelema Alex Roger
- Toapanta Gualpa Edwin Paul

#### **INFORME DE LA PRACTICA N.-6**

**NIVEL** : Octavo “A”

**FECHA** : 21 de diciembre de 2023

**PROF.** : Ing. Juan Pablo Pallo

**TEMA** : Fiber To The Home (FTTH)

#### **I. INTRODUCCIÓN**

La aplicación de la tecnología PON para proporcionar conectividad de banda ancha en la red de acceso a los hogares, múltiples-unidades de ocupación, y las pequeñas empresas comúnmente se llama fibra a la x. A esta solicitud se le asigna la designación FTT-x. A medida que los requisitos de ancho de banda crecen exponencialmente y las aplicaciones digitales se diversifican, el despliegue generalizado de redes FTTH, FTTB, FTTC y FTTN se convierte en una cuestión crítica tanto para los proveedores de servicios como para los reguladores y los usuarios finales. La velocidad, confiabilidad y capacidad de estas redes para transformar la experiencia del usuario hacen que un estudio detallado de las redes FTTX sea imprescindible en el entorno tecnológico actual.

#### **II. OBJETIVOS**

##### **1.OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar la práctica correspondiente acerca de FTTH utilizando el software Optisystem.

##### **2.OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Investigar la arquitectura de las redes FTTH, incluyendo la topología de la red, equipos utilizados y parámetros técnicos.
- Simular en el software OptiSystem una red FTTH, FTTC y FTTB
- Evaluar toda la arquitectura de red, con los resultados obtenidos en los diagramas del BER de cada usuario y la potencia óptica en cada parte de la red.

#### **III. RESUMEN**

Se presentará la simulación de una red FFT-x, utilizando la herramienta Optisystem para armar una red completa basándose en una topología que incluya dos topologías FTTB y FTTC, esta arquitectura se basa en la partición óptica implementada mediante PON (Red Óptica Pasiva), lo que permite compartir eficientemente el ancho de banda de fibra entre múltiples usuarios. En este caso, PON consta de un punto central llamado OLT (Optical Line Terminal), que se encarga de la transmisión de datos, y puntos de usuario, denominados ONU (Optical Network Units), que reciben y distribuyen la señal a los hogares o negocios conectados. Este enfoque descentralizado y eficiente hace que las redes FTTx, ya sean FTTH (Fibra hasta el hogar), FTTB (Fibra hasta el edificio) o FTTC (Fibra hasta la acera), se visualizara los resultados con el analizador BER y medidores de potencia en algunas de las partes de la red.

**Palabras Clave:** FTTH, BER, arquitectura y fibra óptica.

#### IV. ABSTRACT

The simulation of an FFT-x network will be presented, using the Optisystem tool to assemble a complete network based on a topology that includes two topologies FTTB and FTTC, this architecture is based on the division implemented through PON (Passive Optical Network), which allows efficient sharing of fiber bandwidth between multiple users. In this case, PON consists of a central point called OLT (Optical Line Terminal), which is responsible for data transmission, and user points, called ONUs (Optical Network Units), which receive and distribute the signal to homes or connected businesses. This decentralized and efficient approach means that FTTx networks, whether FTTH (Fiber to the Home), FTTB (Fiber to the Building) or FTTC (Fiber to the Curb), will see results displayed with the BER analyzer and power meters in some of the parts of the network.

**Keywords:** FTTH, BER, architecture and fiber optics.

#### V. MATERIALES

Equipos y Softwares	Materiales
Computadora	Lápiz
Software – OptiSystem	Hojas de Papel
	Esferográfico
<b>Materiales- Simulación</b>	
	Photodetector PIN
	Optical Transmitter
	Polarization Attenuator
	4 conectores
	2 fibra Óptica monomodo
	Power Splitter 1x2
	Power Splitter 1x4
	1 Optical Amplifier
	Low Pass Bessel Filter
	3R Regenerator

<b>Equipos en la simulación</b>
Eye Diagram Analyzer
Analizador Óptico de espectro
RF Spectrum Analyzer
Optical Power Meter
Optical Spectrum Analyzer
Electrical Power Meter Visualizer

## VI. MARCO TEÓRICO

### FTTH

La tecnología FTTH propone utilizar la fibra óptica hasta la vivienda del usuario o cliente de fibra llamado también "usuario final". La red de acceso entre el abonado y el último modo de distribución puede realizarse con una o dos fibras ópticas dedicadas a cada usuario (una conexión punto-punto que resulta en una topología en estrella) o una red óptica pasiva (del inglés Passive Optical Network, PON) que usa una estructura arbórea con una fibra en el lado de la red y varias fibras en el lado usuario. [1]

- Las arquitecturas basadas en divisores ópticos pasivos se definen como sistemas sin elementos electrónicos activos en el bucle y cuyo elemento principal es el dispositivo divisor de haz (splitter). Dependiendo de la dirección del haz de luz, divide el haz entrante y lo distribuye hacia múltiples fibras o lo combina dentro de una misma fibra. La filosofía de esta arquitectura se basa en compartir los costes del segmento óptico entre los diferentes terminales, de forma que se pueda reducir el número de fibras ópticas. Así, por ejemplo, mediante un splitter óptico, una señal de vídeo se puede transmitir desde una fuente a múltiples usuarios. [1]
- La topología en estrella provee de 1 o 2 fibras dedicadas a un mismo usuario. Proporciona el mayor ancho de banda, pero requiere cables con mayor número de fibras ópticas en la central de comunicaciones y un mayor número de emisores láser en los equipos de telecomunicaciones. [1]

La industria de las telecomunicaciones diferencia distintas arquitecturas dependiendo de la distancia entre la fibra óptica y el usuario final. Las más importantes en la actualidad son:

- **FTTH (fiber-to-the-home, «fibra hasta el hogar»):** La fibra óptica llega hasta el interior de la misma casa del abonado. [2]
- **FTTO (fiber-to-the-office, «fibra hasta la oficina»):** La fibra óptica llega hasta el interior de la misma oficina del abonado. Es básicamente igual a FTTH pero con configuraciones específicas para empresas (sin plataforma integrada de TV, pero con plataformas de Videoconferencia, VozIP, etc...). [2]
- **FTTB (fiber-to-the-building, «fibra hasta el edificio», o fiber-to-the-basement, «fibra hasta el sótano»):** En FTTB o fibra hasta la acometida del edificio, la fibra óptica normalmente termina en un punto de distribución intermedio en el interior o inmediaciones del edificio de los abonados.

Desde este punto de distribución intermedio, se accede a los abonados finales del edificio o de la casa mediante la tecnología VDSL2 (Very high bit-rate Digital Subscriber Line 2) sobre par de cobre o Gigabit Ethernet sobre par trenzado CAT6. De este modo, el tendido de fibra puede hacerse de forma progresiva, en menos tiempo y con menor coste, reutilizando la infraestructura del edificio del abonado. [2]

- **FTTP (fiber-to-the-premises, «fibra hasta el local»):** Este término se puede emplear de dos formas: como término genérico para designar las arquitecturas FTTH y FTTB, o cuando la red de fibra óptica incluye tanto viviendas como pequeños negocios. [2]

**FTTN (fiber-to-the-node, «fibra hasta el nodo»):** La fibra óptica termina en una central del operador de telecomunicaciones que presta el servicio, suele estar más lejos de los abonados que en FTTH y FTTB, típicamente en las inmediaciones del barrio, por lo que en alguna bibliografía se asigna a la N la palabra neighborhood (vecindario). [2]

- **FTTC (fiber-to-the-cabinet, «fibra hasta la cabina», o fiber-to-the-curb, «fibra hasta la acera»):** Similar a FTTN, pero la cabina o armario de telecomunicaciones está más cerca del usuario, normalmente a menos de 300 metros. [2]
- **FTTA (fiber-to-the-antenna, «fibra hasta la antena»):** Es una nueva generación de conexión de alto rendimiento de la estación hasta la antena, sobre los nuevos estándares de interfaz de radio como CPRI (Common Public Radio Interface) o OBSAI (Open Base Station Architecture Initiative) por la demanda de RAN (Radio Access Network) de redes móviles LTE. [2]

Para asegurar el consenso, especialmente cuando se comparan los niveles de penetración de FTTH entre países, los tres consejos de FTTH de Europa, Norte América y el Pacífico Asiático acordaron las definiciones para FTTH y FTTB. Estos tres consejos no dan definiciones formales para FTTC y FTTN. [2]

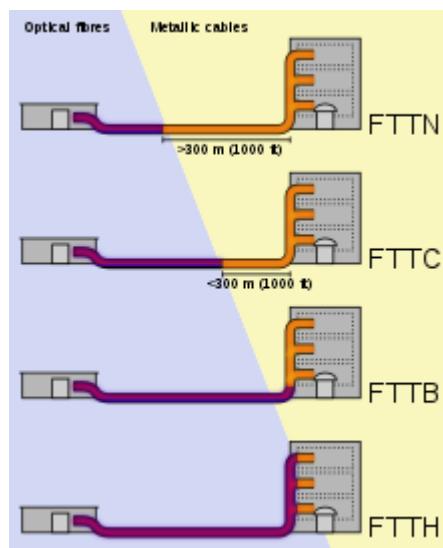


Ilustración 1. Esquema de variación de arquitecturas FTTX

## VII. DESARROLLO

De acuerdo a la guía de práctica número seis, se incorpora todos los componentes necesarios detallados en los materiales para armar la topología completa basándose en una red FTTH.

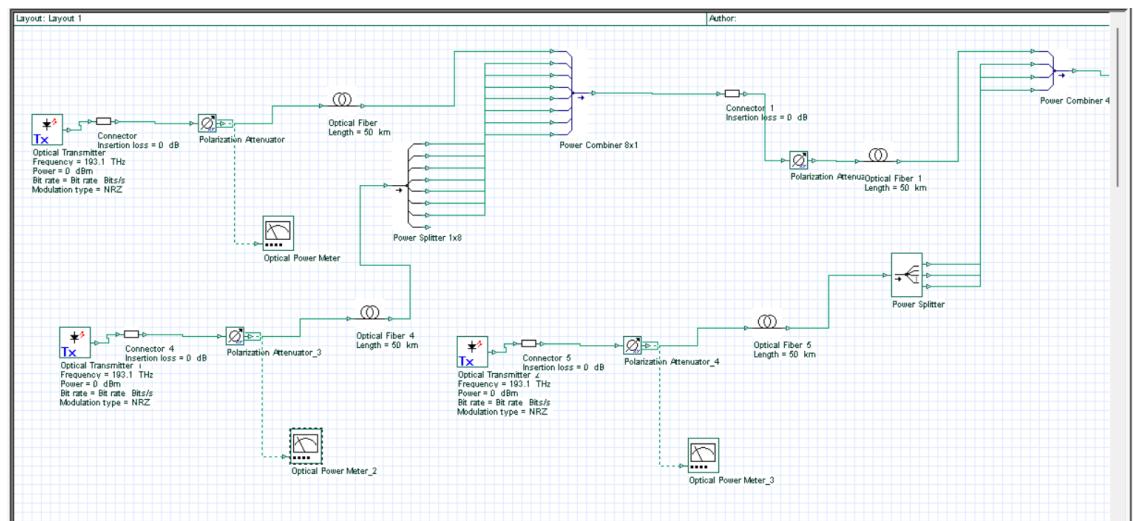


Ilustración 2. Colocación de los componentes

Esta imagen muestra un divisor conectado a una fuente de alimentación combinada 4x1, para partir a otra parte de recepción de la red.

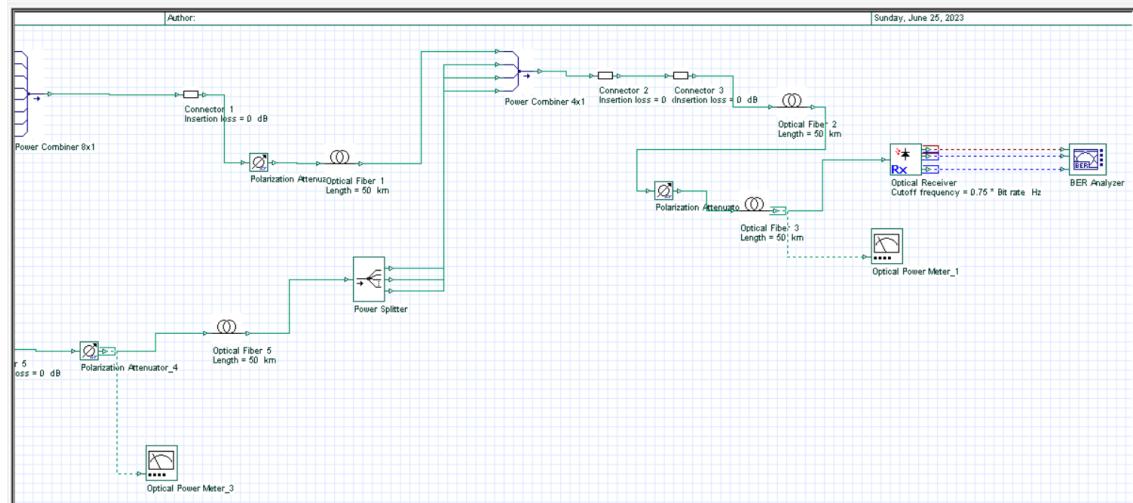


Ilustración 3. Red FTTH

Obtendremos los valores de potencia óptica, colocando los medidores de potencia óptica en cada una de las etapas.

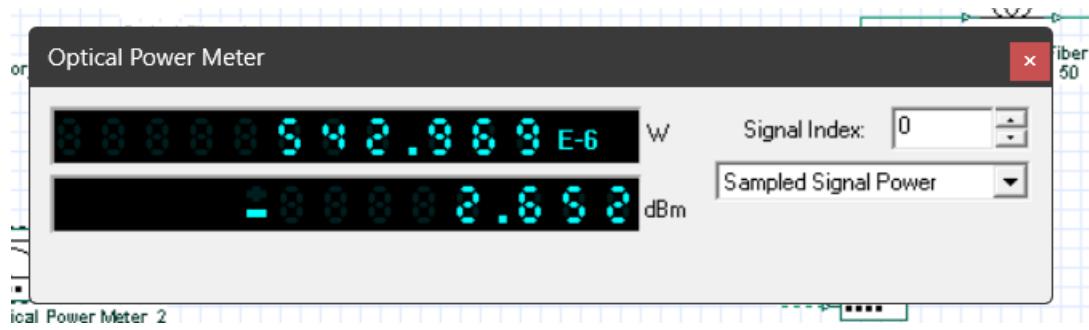


Ilustración 4. Medidor de potencia óptica 1

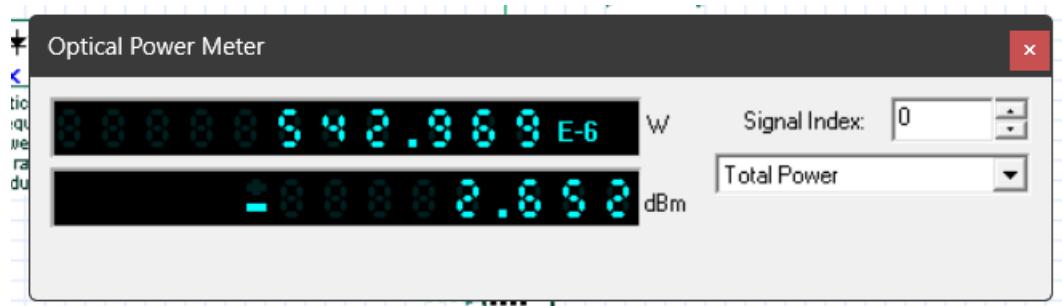


Ilustración 5. Medidor de potencia óptica 2

Se obtendrá un valor en el optical power meter de -32.888 dBm.

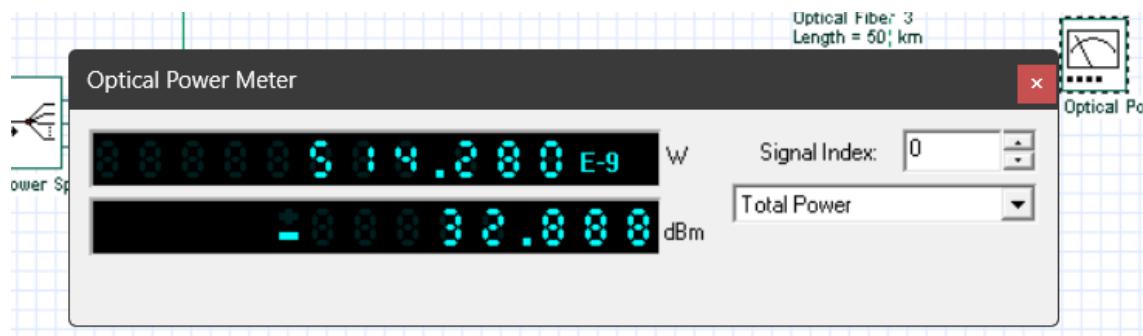


Ilustración 6. Medición de la potencia con otros parámetros 3

Aquí finalmente se observará el análisis del BER en una gráfica.

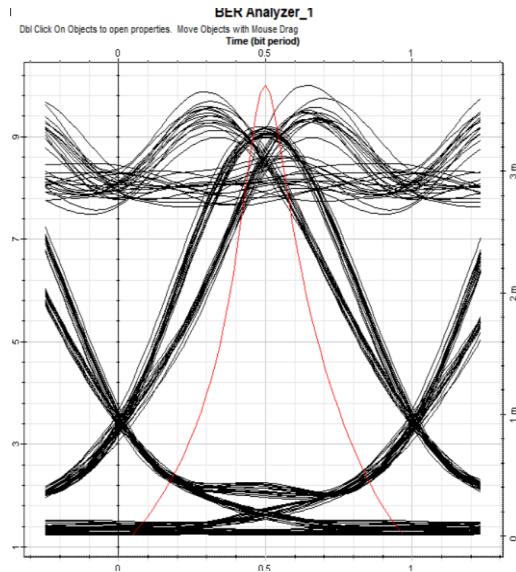


Ilustración 7. Analizador del BER en el receptor.

Se realizará además una topología para añadir una red con FTTC y FTTB, se utilizar el diagrama presentado a continuación para armar la topología.

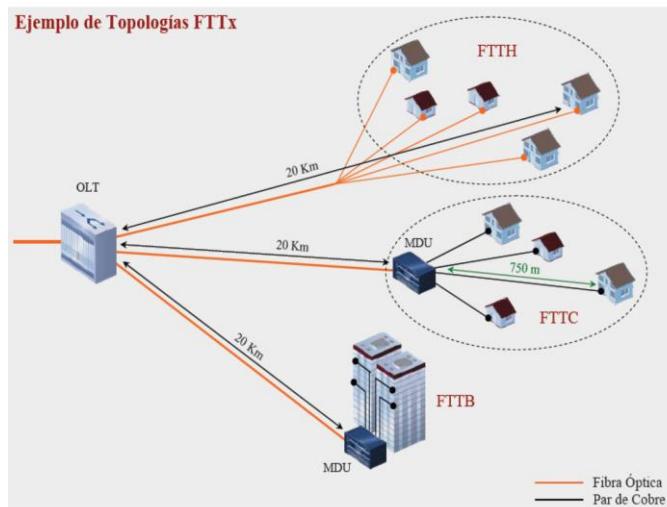


Ilustración 8. Ejemplo de la topología FTTX

De acuerdo, al diagrama anterior se utilizará splitters eléctricos en la parte de cobre, y poder tener una distancia de acuerdo con la topología, teniendo en cuenta el diagrama anterior se ubicará analizadores de espectro, BER y medidores de potencia eléctrica para evaluar la red.

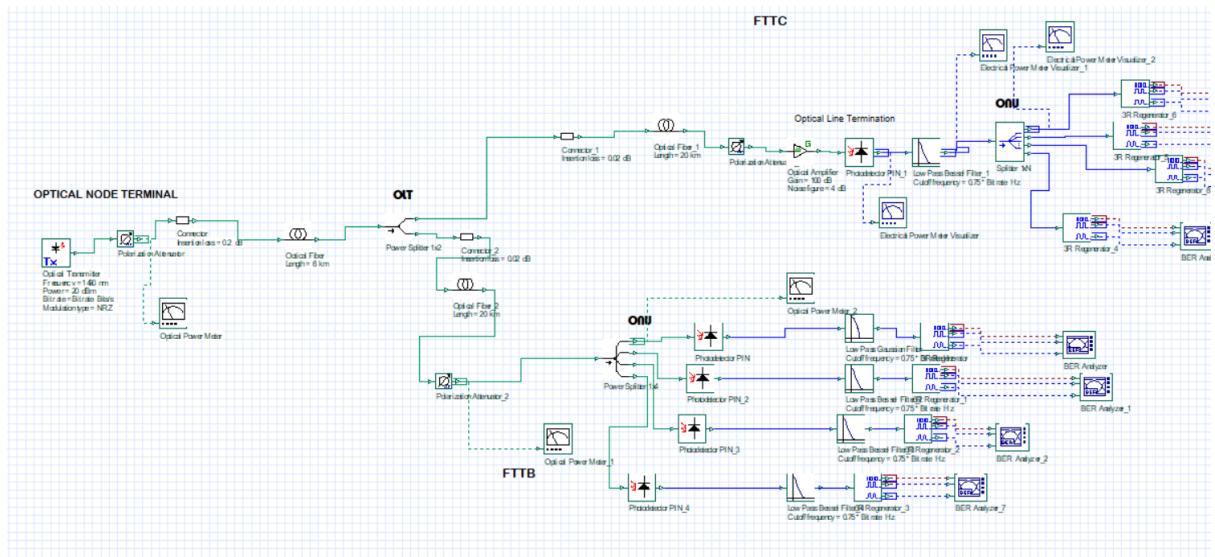


Ilustración 9. Topología de red FTTC y FTTB

Se observará en la parte de los medidores de potencia eléctrica, una disminución considerable después del conversor óptico eléctrico, y después de pasar la señal al splitter.

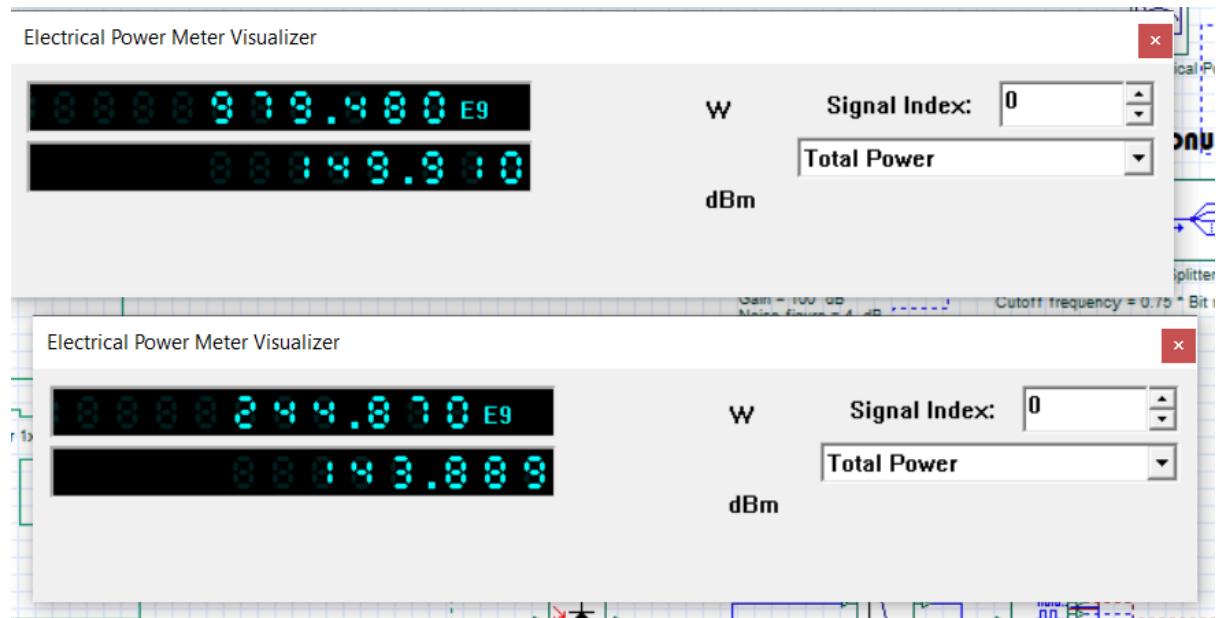


Ilustración 10. Medidores Eléctricos para cada etapa.

Para la parte final de la red, en el equipos terminales se obtiene la grafica siguiente en el analizador del VER:

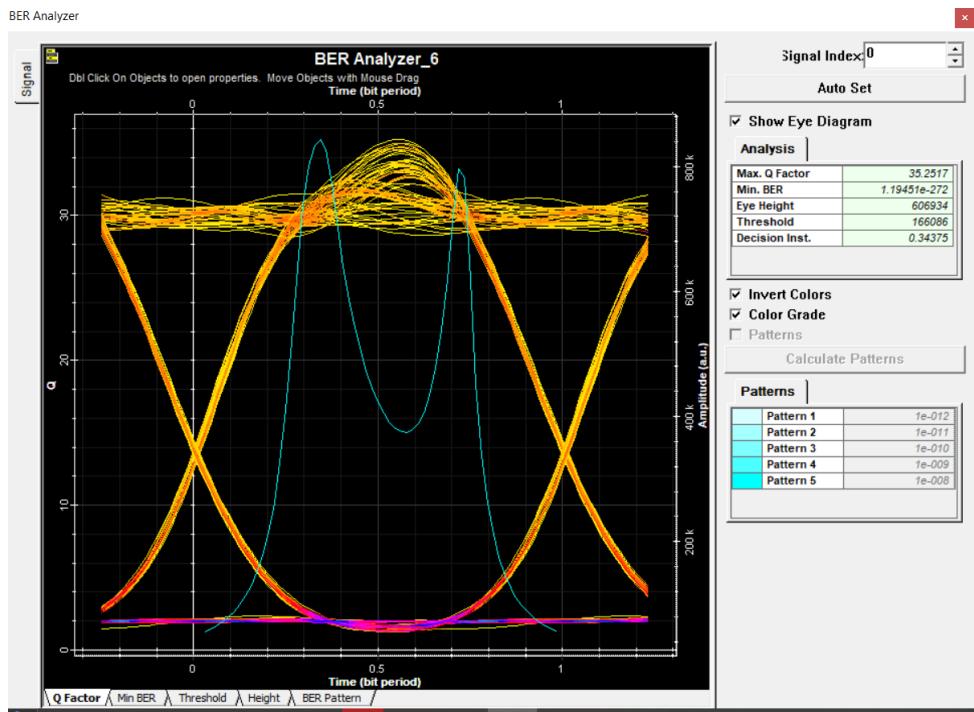


Ilustración 11. Analizador del BER.

### VIII. RESULTADOS

La simulación en OptiSystem se enfoca en modelar la transmisión de datos a través de la fibra óptica hasta el edificio en el caso de red FTTB y hasta el MDU en el caso de la red, para después partir a una red de cobre en el caso de la red FTTC. Mediante la inclusión de dispositivos como cables de distribución de fibra y equipos de conmutación óptica, la simulación en OptiSystem permite analizar la eficiencia de la red FTTB y FTTC ajustando parámetros como la capacidad de conmutación y la atenuación de la señal, se podrá observar el diagrama del ojo mucho más detallado, hay una perdida considerable de potencia en algunas de las etapas de la topología al ingresar la señal al splitter, o a una cierta distancia se necesitará atenuadores para poder tener más potencia y no perdidas.

### IX. CONCLUSIONES

- En base al ejemplo de la topología de red escogida para FTTC y FTTB la comprensión detallada de cómo la fibra óptica se despliega hasta el hogar en el caso de la red fiber to the curb con una parte de cobre, mientras que en red fiber to the building, los dispositivos que se utilizarán en cada etapa y la importancia de parámetros como la atenuación y la velocidad de transmisión. Se tiene muy en cuenta para el diseño e implementación eficientemente de las redes FTTC y FTTB.
- En la simulación el escoger las partes de la topología, refiriéndose a que materiales escoger de acuerdo a la necesidad de los usuarios se añadirá un

splitter de 1 a 4 en el ONU, y para el OLT se escogerá de 1 a 2 para tener solo las dos topologías FTTC y FTTB, es fundamental colocar atenuadores en algunas etapas los analizadores del BER, se pueda observar de forma correcta el diagrama del ojo.

- Al evaluar la arquitectura de la red con los resultados obtenidos en los diagramas del BER (Bit Error Rate) de cada usuario y la potencia óptica en cada parte de la red, se ha logrado una visión integral del rendimiento del sistema es eficiente al no tener el diagrama del ojo correcto.

## X. RECOMENDACIONES

- De acuerdo con la investigación en base a la comprensión detallada de la arquitectura de las redes FTTH, FTTC y FTTB, se recomendará la selección cuidadosa de componentes como fuentes de luz, divisores ópticos y moduladores contribuirá significativamente al rendimiento general de la red.
- En la simulación se considera diferentes escenarios de atenuación en redes de fibra óptica. Puede cambiar la longitud de la fibra y sus propiedades para analizar cómo la atenuación afecta la calidad de la señal. Esto le ayudará a comprender las limitaciones de distancia y las pérdidas asociadas en la red y optimizarlas para minimizar la degradación de la señal.
- La medición regular del BER y la potencia óptica en diferentes partes de la red permitirá detectar problemas potenciales antes de que afecten significativamente la calidad de la conexión, además de poder verificar en el diagrama del ojo si la calidad es buena.

## XI. FE DE ERRATAS

- La distancia de la fibra óptica desde la red óptica de acceso hasta el OLT, y desde el OLT al ONU se debe considerar al momento de simular si colocamos distancias grandes con otros equipos como atenuadores, se demorará al correr la simulación.
- La potencia obtenida en cada etapa dependerá de la ganancia de los atenuadores y después de los splitters, al aumentar a un número mucho más grande de usuarios se obtendrá perdidas muy grandes en la potencia después de cada etapa.

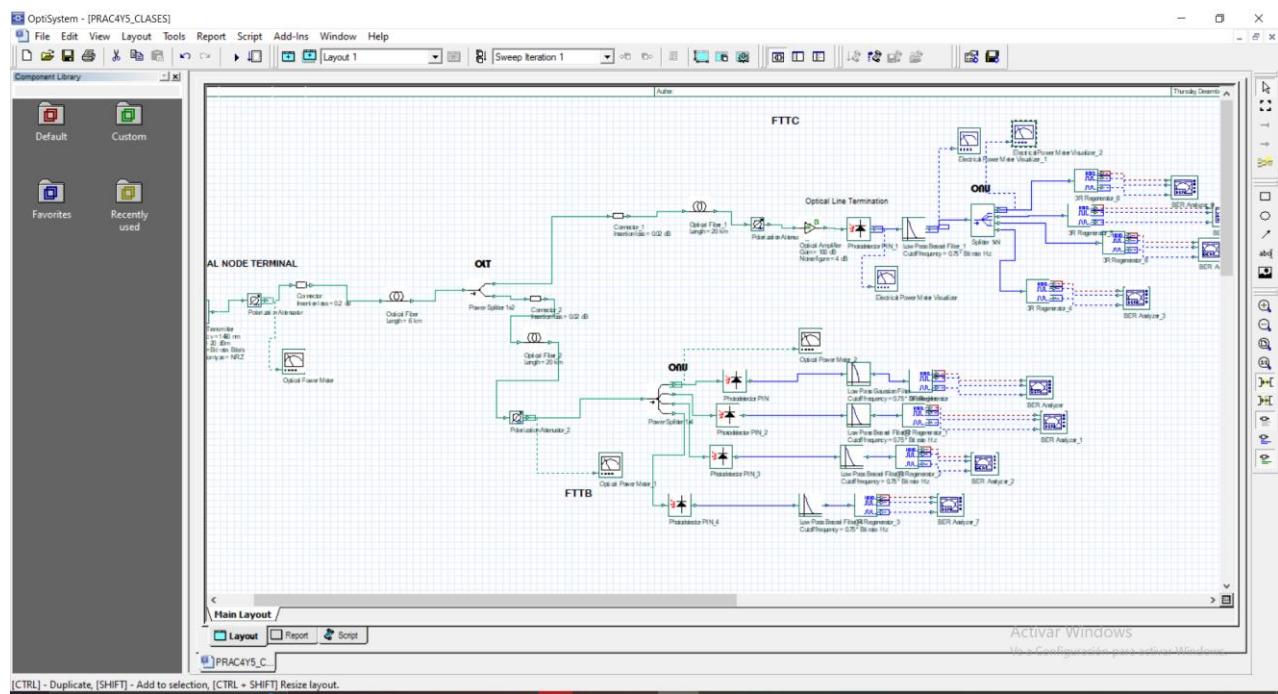
## XII. BIBLIOGRAFÍA

[1] C. M. d. FTTH, «Wikipedia - FTTH,» Colaboradores de Wikipedia, [En línea]. Available: [https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra\\_hasta\\_la\\_casa](https://es.wikipedia.org/wiki/Fibra_hasta_la_casa).

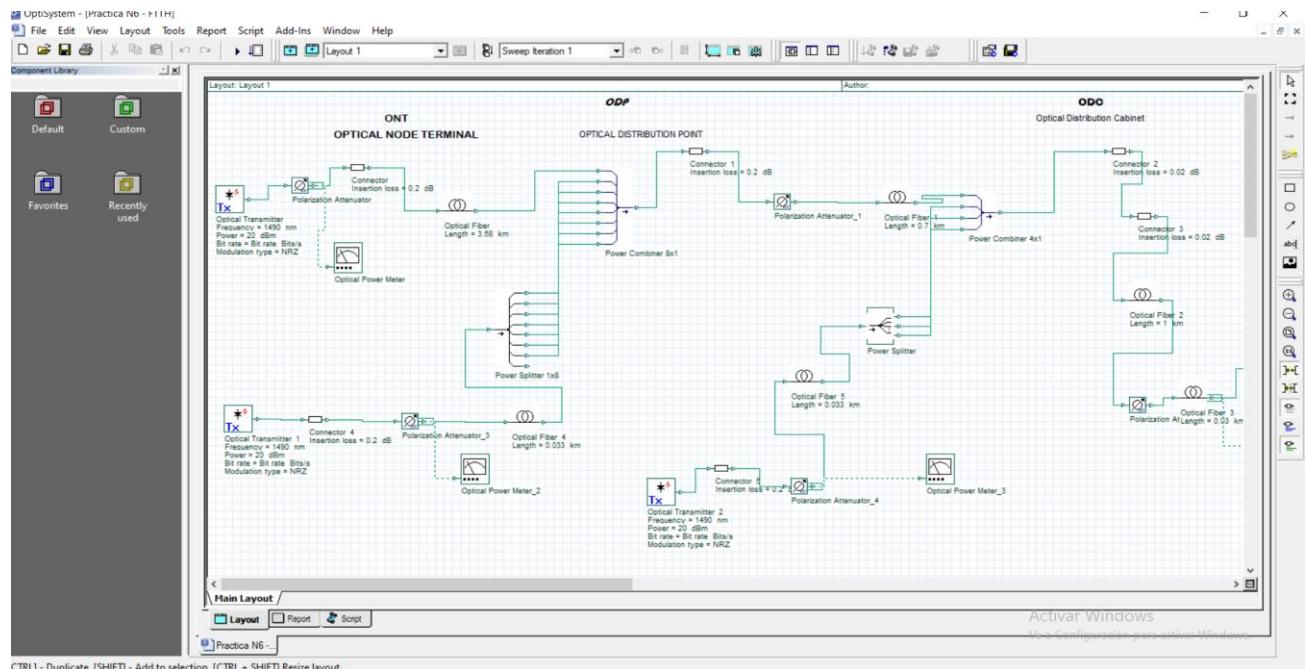
[2] T. Newton, «Recombu,» Blog, [En línea]. Available:

[https://web.archive.org/web/20160411111442/https://recombu.com/digital/article/fibre-broadband-what-is-fttc-aka-fibre-to-the-cabinet\\_M10851.html](https://web.archive.org/web/20160411111442/https://recombu.com/digital/article/fibre-broadband-what-is-fttc-aka-fibre-to-the-cabinet_M10851.html).

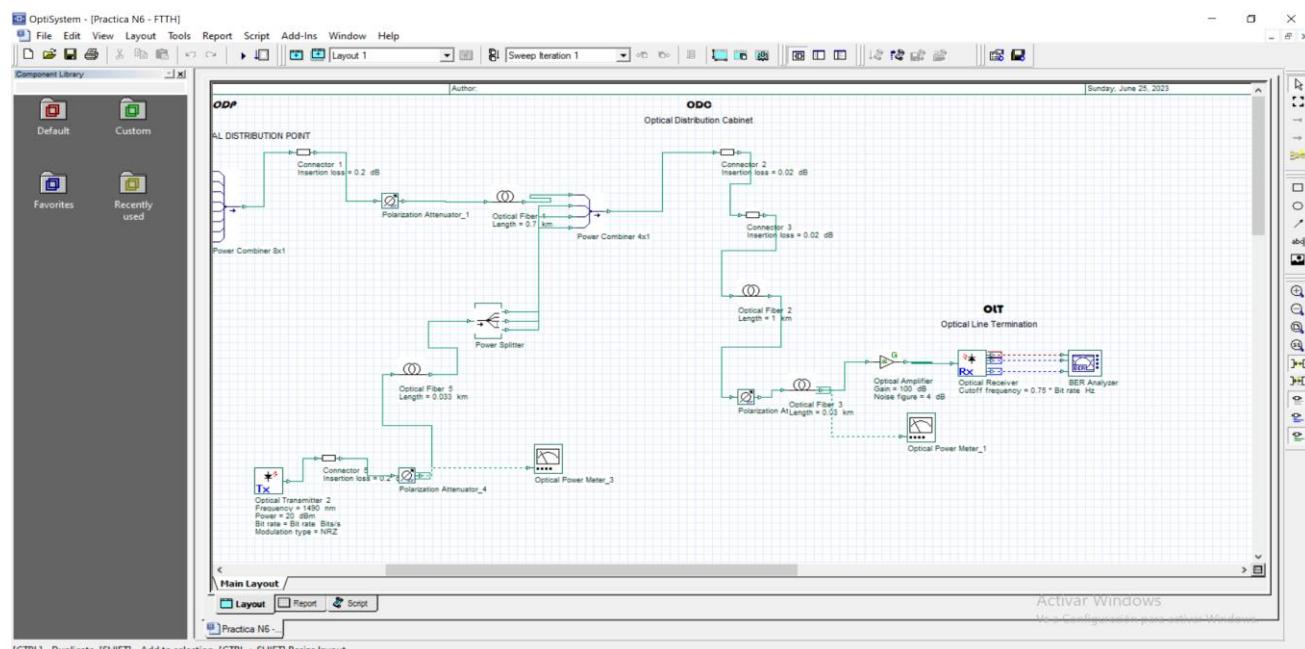
### XIII. ANEXOS



FOTOGRAFÍA 1. Simulación de la red completa de FTTC y FTTB



**FOTOGRAFÍA 2. Primera parte red FTTH**



**FOTOGRAFÍA 2. Segunda parte red FTTH**



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL  
CARRERA DE TELECOMUNICACIONES  
LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS  
PREPARATORIO DE LABORATORIO

INTEGRANTES:

Alejandra Díaz Jarrício Adriana  
Bolívar Castro Rojas Guillermo  
Chimba Amaya Cristian Orlando  
Ibarra Rajado Esteban Anderson  
Telenchana Tenebrina Dira Roper  
Tupineta Gualpox Edwin Paul

FECHA: .....

LABORATORIO N° 6

TEMA: ... Iber Totne Home (ITTH)

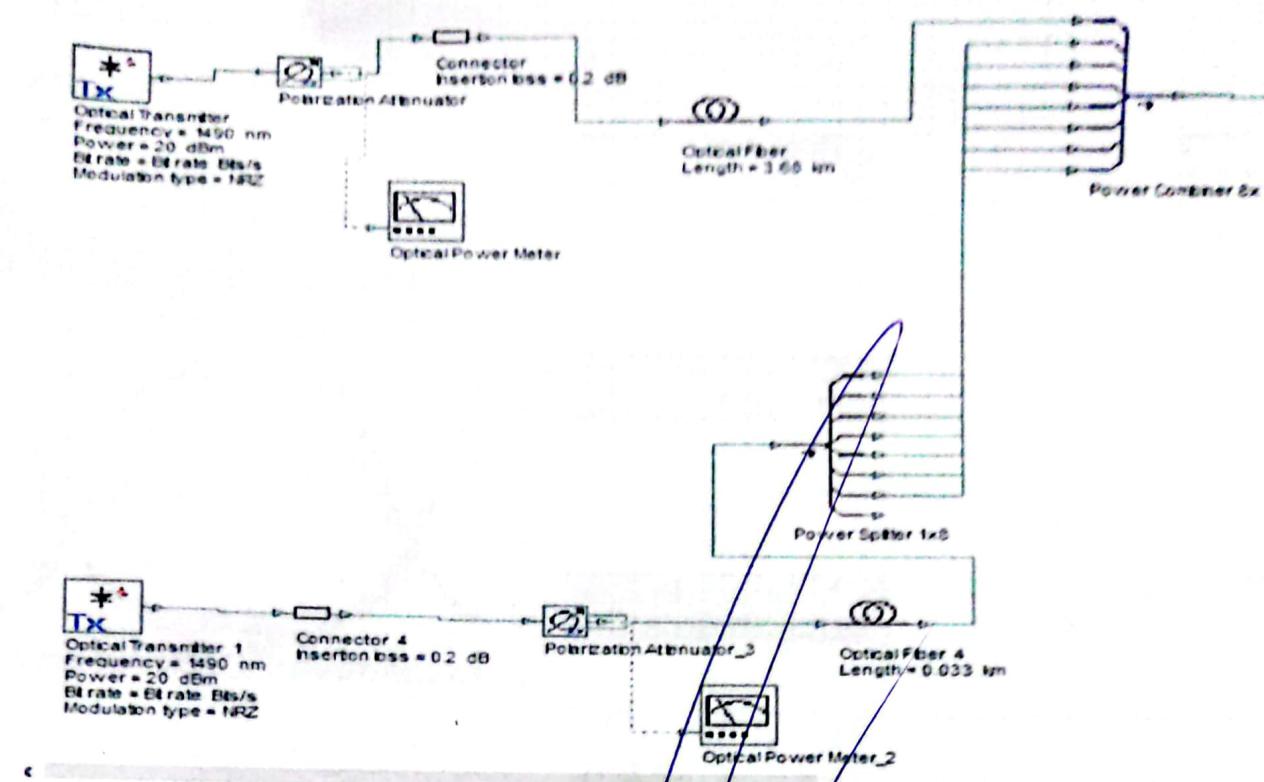
OBJETIVO:

- Simular una red Iber Totne home en el software de simulación de sistemas.

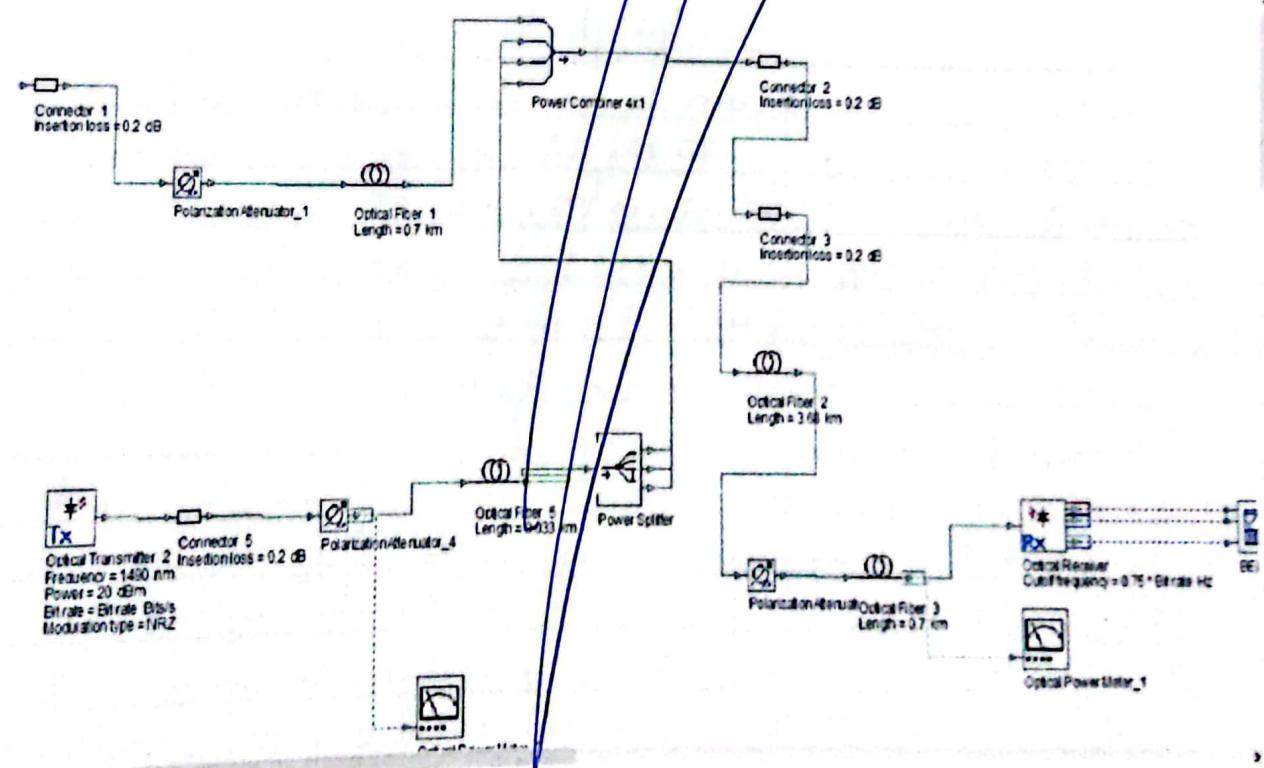
EQUIPOS Y MATERIALES:

Equipos	Materiales
Computadoras	Transmisor DWDM de 32
Software - Optisystem	Ideal Mux de 32 entradas
Equipos en Software - Análisis de BAA	Amplificador EDFA Ideal
Equipos en Software - Visualización óptica	Loop Control
	DWDM Demux
	6 Receptores ópticos
	Fibra Monomodo.

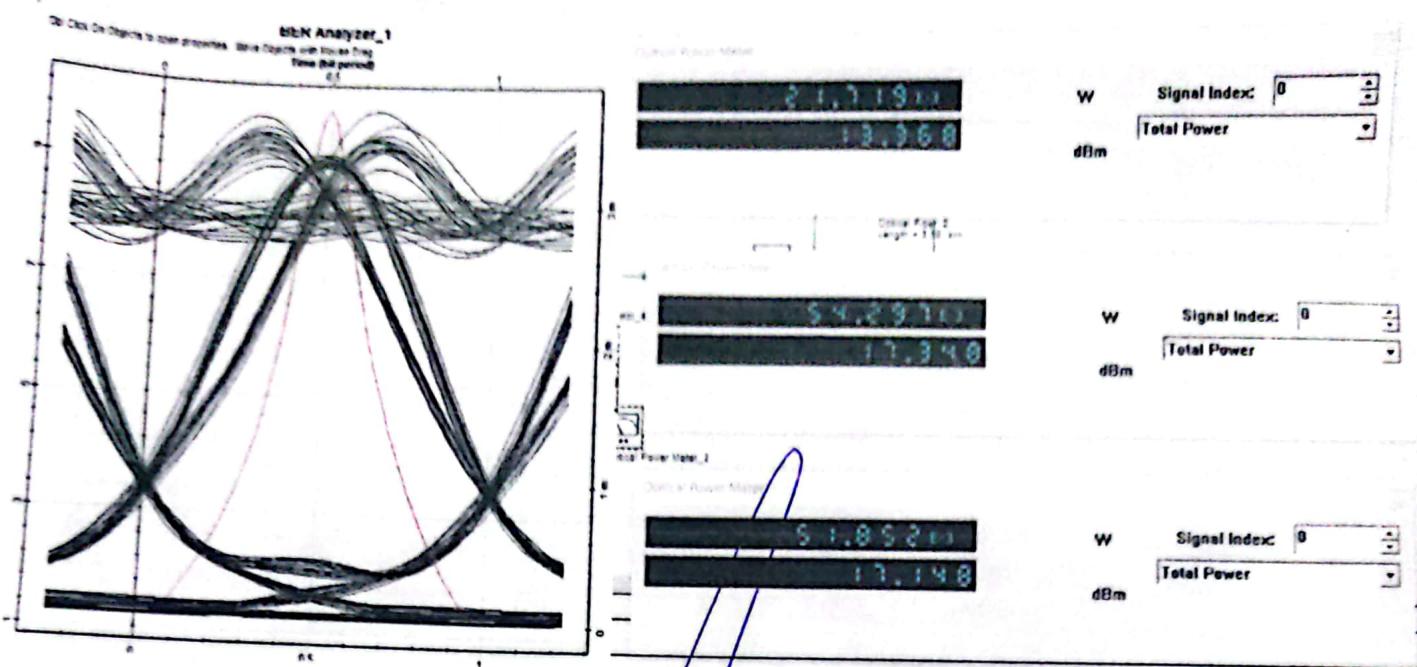
**ESQUEMAS Y DIAGRAMAS:**  
**PARTE 1:**



**PARTE 2:**



## RESULTADOS:



## ANALISIS DE LA PRACTICA:

La potencia óptica medida por el medidor de Potencia óptica nos dara un valor de  $-11.348 \text{ dBm}$ ; en el inicio del sistema al injectar la señal el transmisor con un valor de Longitud de onda de  $1490 \text{ nm}$ ; con una potencia de  $15 \text{ dBm}$  ideal. Con un código de modulación tipo NRZ; existe un degrado de la señal óptica tras de recorrer toda etapa del ODF (Optical Distribution Point); ODC (Optical Distribution Cabinet) hasta llegar al ojo del Receptor (Optical Line termination) con un valor a la mitad de la Potencia del Transmisor combinado por los distancios de la fibra; se obtiene ruido si no se entiende Alenuadoreo en cada una de las etapas del sistema como visualizamos en el BER.

## CONCLUSIONES:

- El valor de la potencia óptica en la entrada del ojo del transmisor existe una perdida de potencia de la mitad al no tener atenuadores en el sistema no llega al receptor con una potencia óptima.
- La distancia de la fibra óptica propuesta en la práctica se considera con un valor de 1,33 Km - 0,7 Km y 0,05 Km al aumentar o reducir la distancia en el sistema PABX no se obtiene un valor óptimo.
- Aunque la fibra óptica proporciona ciertos valores de potencia respecto a los atenuadores colocados al inicio de los TRANSMISORES o Receptores, el costo a gran escala es mucho mayor.

## RECOMENDACIONES

- Al realizar ajustes para cada una de las etapas de la red FTTN en sus componentes de red, como tipos de fibras, círculos de lutz y detectores, para maximizar la eficiencia y minimizar la atenuación.
- Considerar la necesidad de amplificadores ópticos en puntos críticos de la red para compensar la pérdida de señal y mantener un rendimiento constante.
- PARA aumentar la escala de la red se necesitarán realizar ajustes en los parámetros de los atenuadores, divisorios, el valor de los splitter si tener de 1:4 y 1:8 y 1:24.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**  
**LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**  
**PREPARATORIO DE LABORATORIO**

**INTEGRANTES:**

Aldaz García Fabrício Javier  
Balsica Castro José Guillermo  
Chimba Amaya Christian Orlando  
Zbarro Rojano Gilber Andies  
Tehrichancu Tenclerma Alex Roger  
Toapanta Gualpa Edwin Paúl  
Icahn Armijo Jean Carlos  
Sivinta Almacni John Ricardo

**FECHA:** 14.1.181.2023

**LABORATORIO N.º 5.**

**TEMA:** Redes de Fibra óptica

**OBJETIVO:**

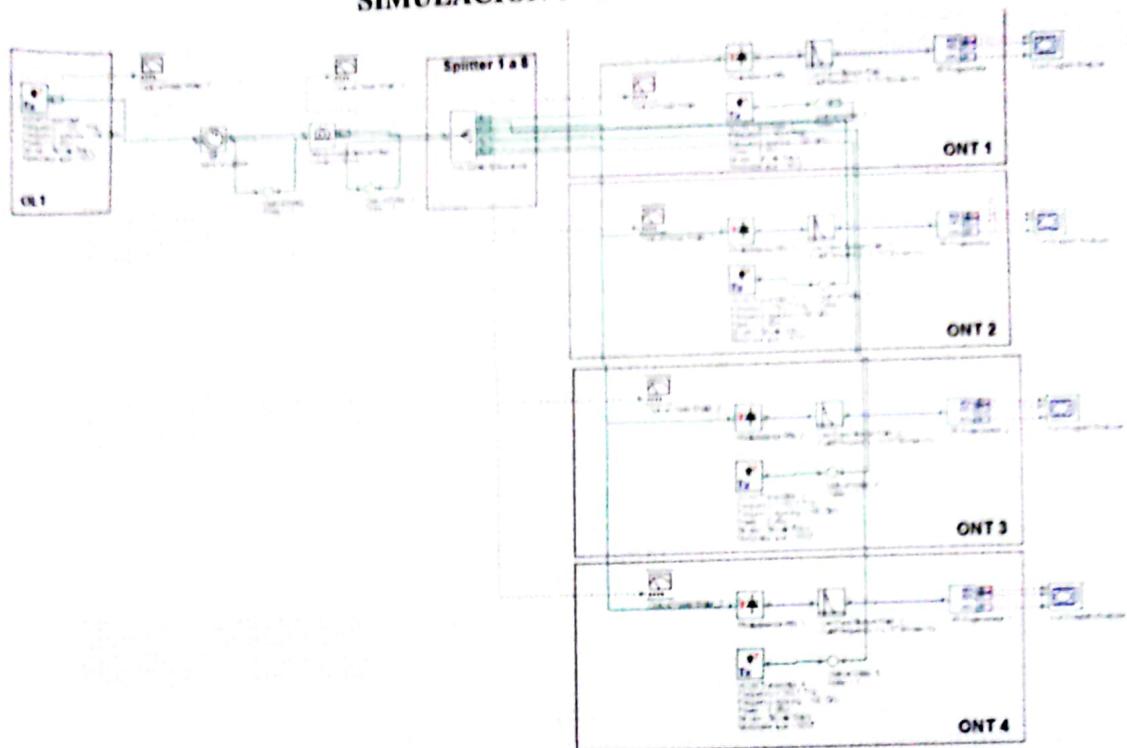
Simular una red de fibra óptica en el software Optisystem para evaluar su rendimiento y eficiencia en la transmisión de datos, voz y video.

**EQUIPOS Y MATERIALES:**

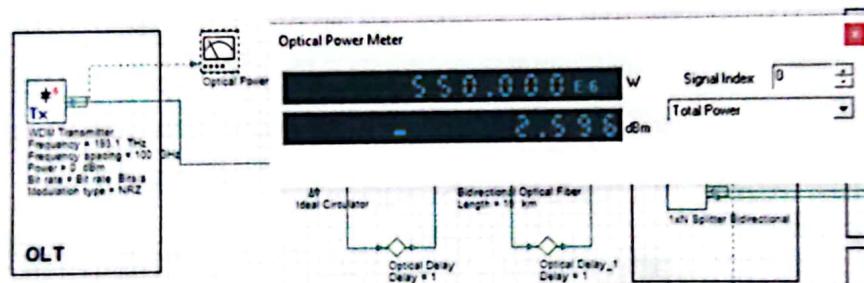
<b>Equipos:</b>	<b>Materiales:</b>
- Computador	- WDM Transmitter
- Software -Optisystem	- Ideal Gravilator
- Equipos de software	- 6 Optical Delay
- Analizadores BER	- Bidirectional Optical Fiber
- Equipos en Software	- 1: P Splitter Bidireccional
- Visualizador óptico	- 4 WDM Transmitter
	- 4 Photo detector PIN
	- 4 Low Pass Bessel Filter
	- 4 B.R Regenerator

Preparado por: Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.

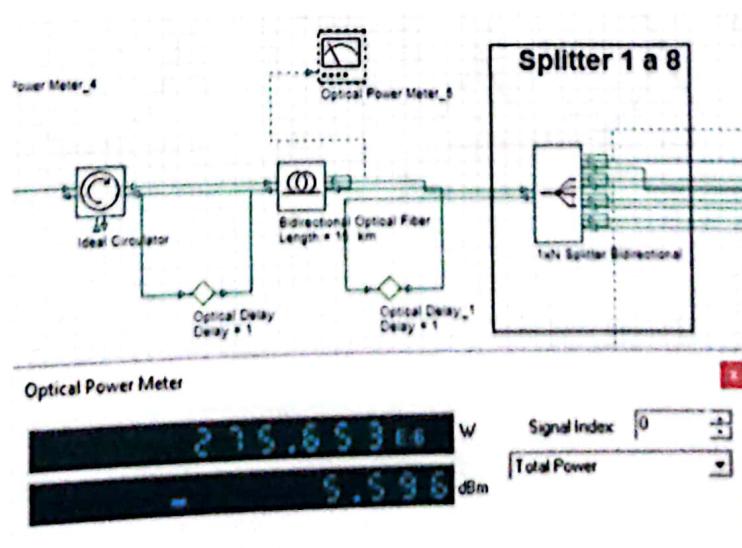
## SIMULACIÓN 1 – PRÁCTICA 5



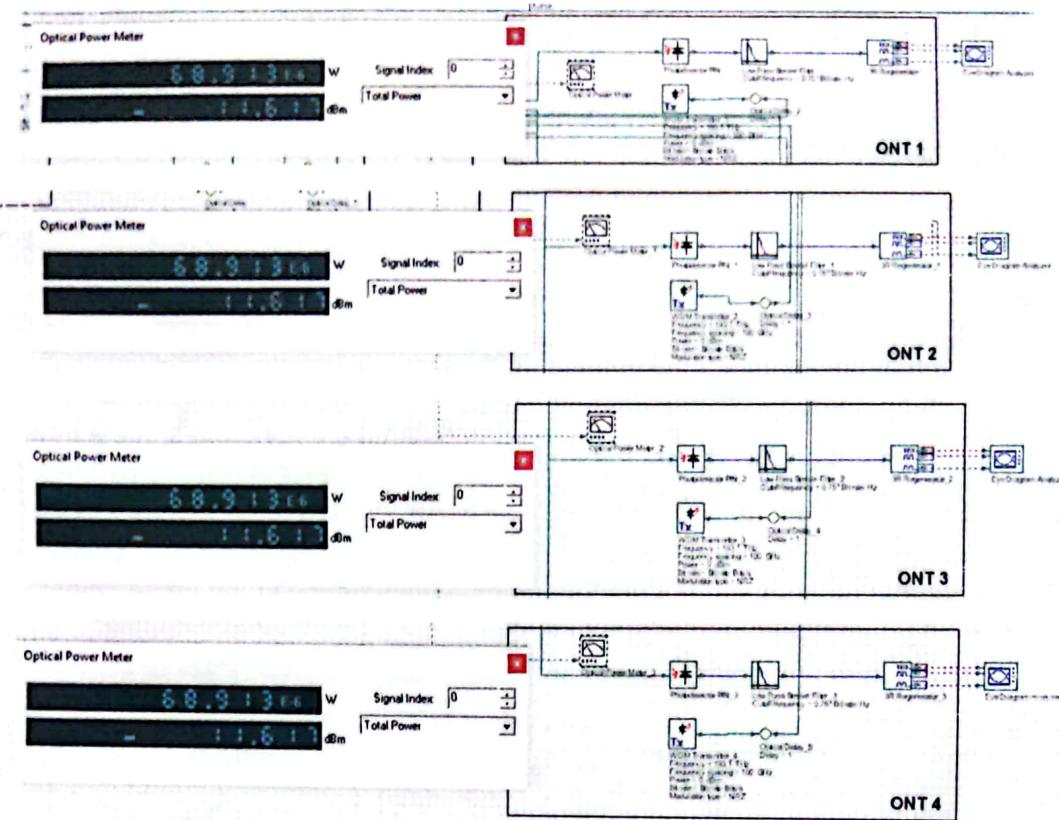
Potencia óptica obtenida a la salida del transmisor WDM, el cual tiene una frecuencia de 192.1 THz, una frecuencia de espaciamiento de 100 Ghz y modulación tipo NRZ.



Potencia óptica obtenida a partir del transmisor WDM, pero que a traviesa fibra óptica bidireccional con una longitud de 15 km, y un ancho de banda de 1550 nm.

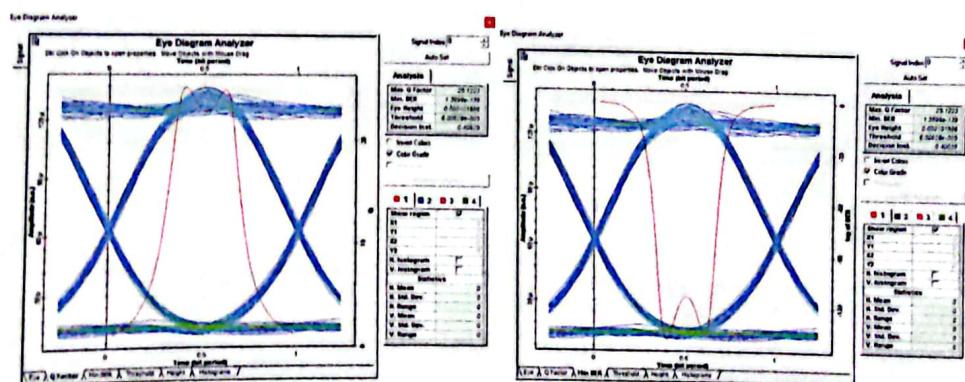


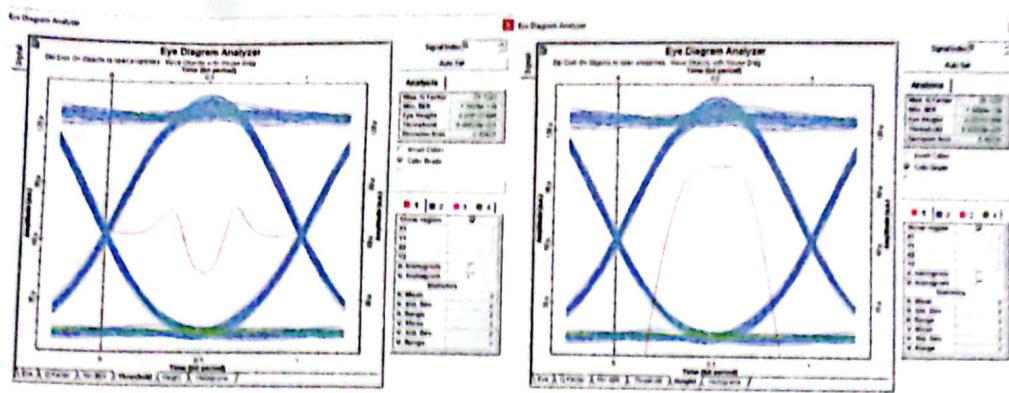
Se puede observar que hay una reducción de aproximadamente el 50% de la potencia de transmisión. Al pasar dicha potencia a través del splitter 1 a 8, esta tenderá a reducirse aún más, pero se mantendrá en un valor exacto para cada ONT creado a partir del splitter. En este caso observaremos la potencia de salida del splitter, para cada ONT.



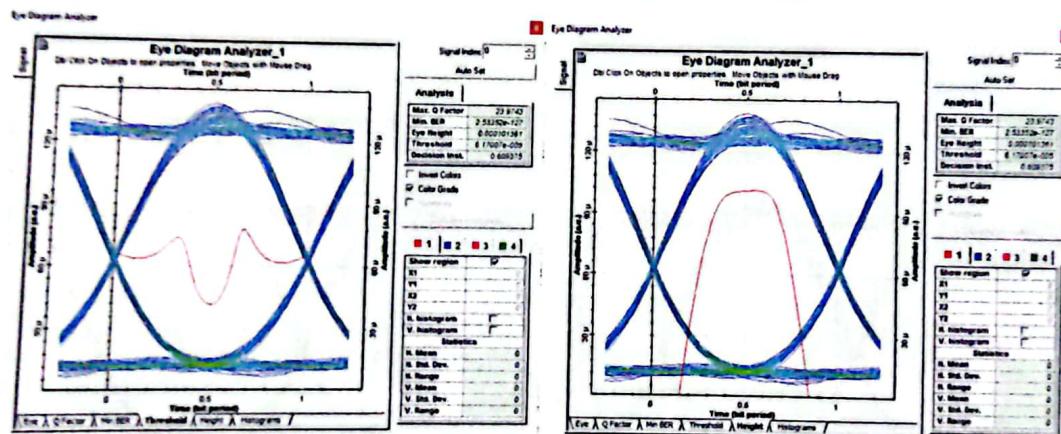
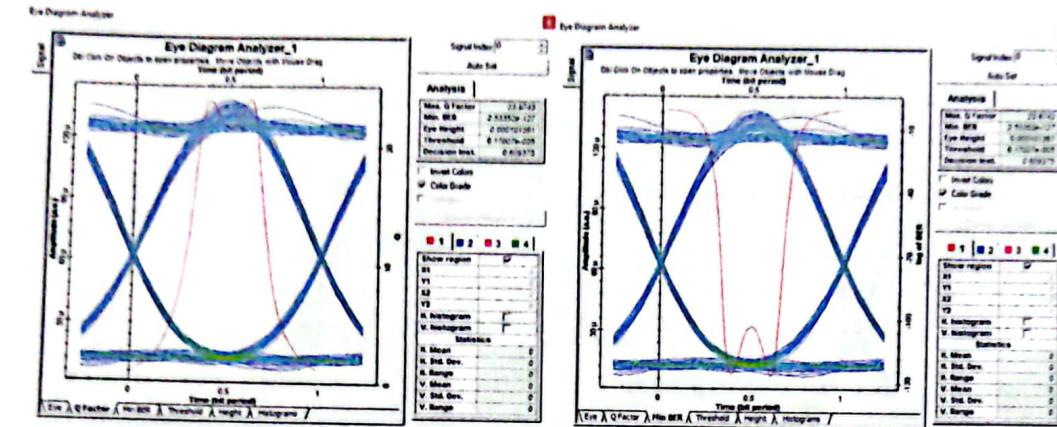
Y visualizando los diagramas en cada salida de los ONT, se tiene que:

ONT 1

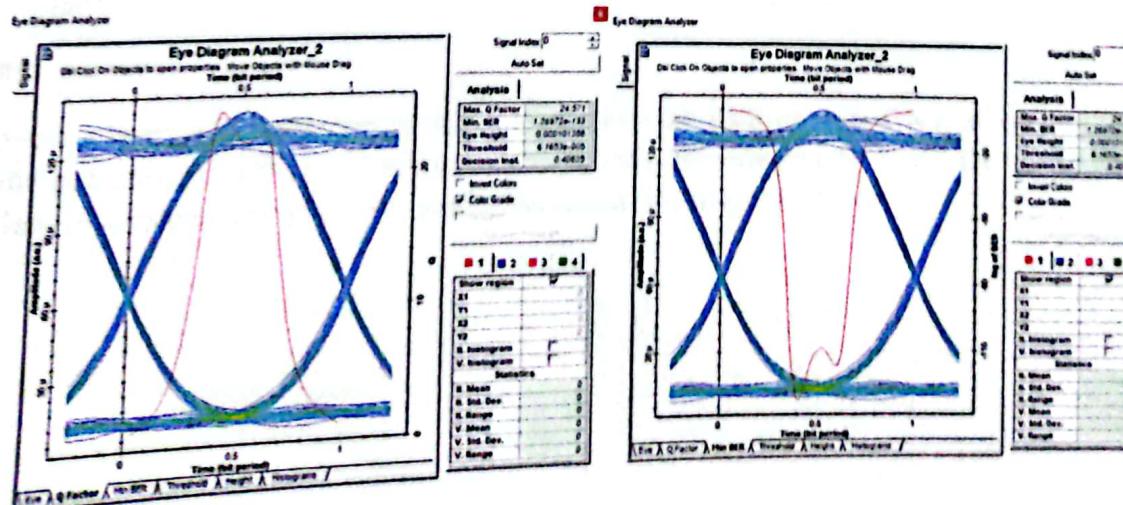


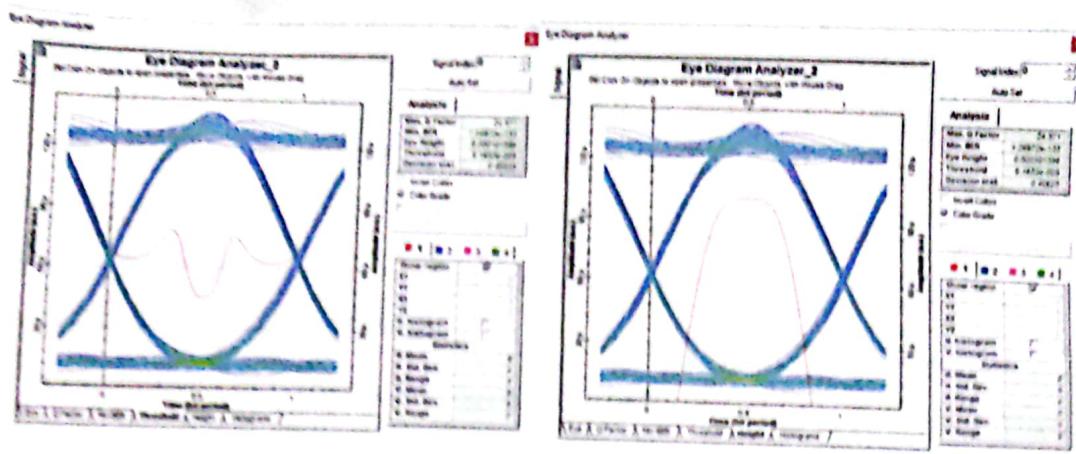


ONT 2

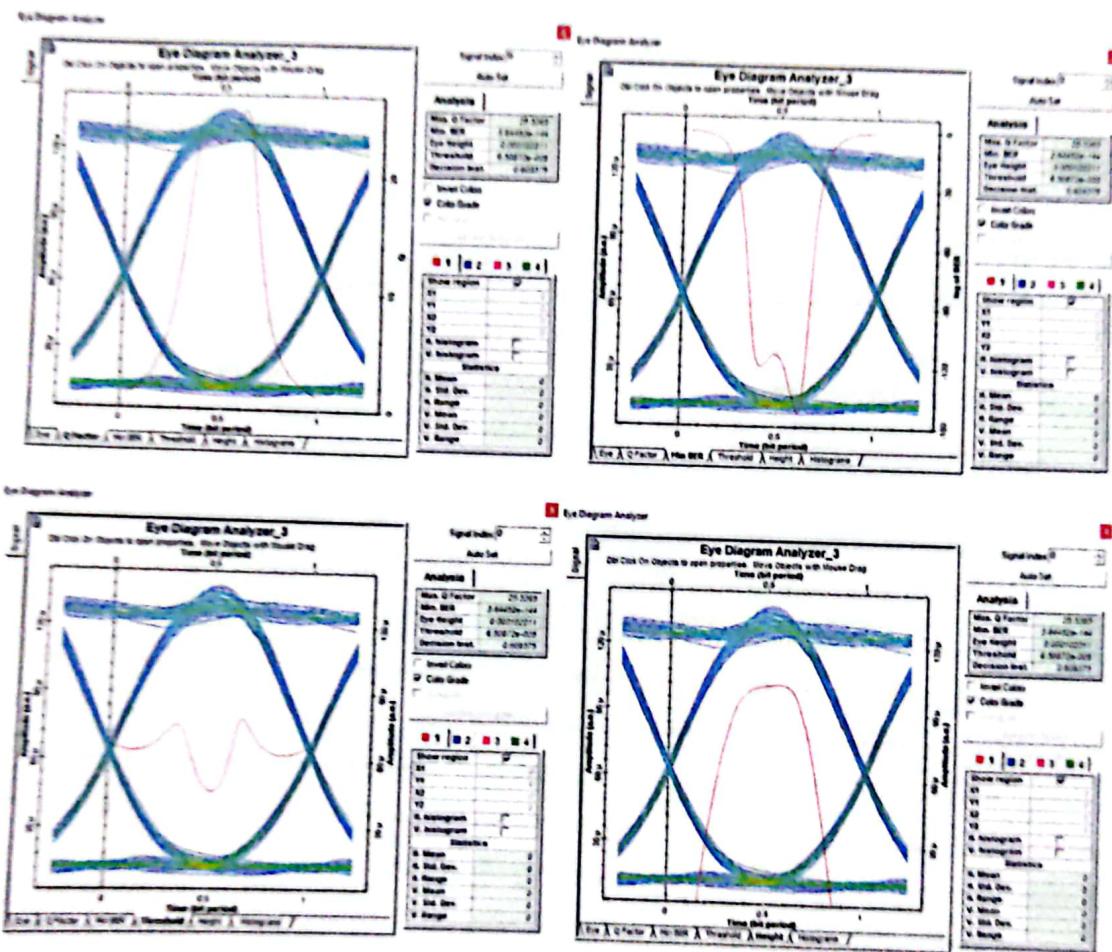


ONT 3





ONT 4



### Conclusiones:

Se puede observar la variación de factor Q, el valor del BER de cada ONT, a pesar de recibir la misma potencia a la salida del splitter, y a la entrada del esquema del ONT. De igual manera las gráficas resultantes de cada ONT, tendrá variación con respecto al tiempo.

## ANALISIS DE LA PRACTICA:

- Potencia óptica obtenida en la salida del Transmisor WDM el cual tiene una frecuencia de 197.1 THz una frecuencia de operación constante de 100 GHz y modulación tipo NRZ.
- Potencia óptica obtenida a partir del transmisor WDM pero que abarca fibra óptica bidimensional con una longitud 15 Km y un ancho 1550 nm. Al pasar dicha potencia a través del splitter la PL se divide en dos partes, aún más pero se mantendrá en un valor constante para cada ONT creada a partir del splitter.

### CONCLUSIONES:

- Se puede observar la variación de factor Q el valor BER de cada ONT a pesar de recibir la misma potencia en la salida del splitter y a la entrada del esquema del ONT. De igual manera las gráficas resultantes de cada ONT tendrán variación con respecto al tiempo.
- Mediante las gráficas resultantes se puede observar que hay una reducción aproximada del 50% en la potencia de transmisión y además al pasar por el splitter la PL siempre tiende a reducirse aún mas manteniendo el mismo valor para cada ONT.

## RECOMENDACIONES

- Tener bien calibrada, mantener las rango de los parámetros para una correcta medición y sacar el diagrama del ojo.
- El ajuste de los parámetros del transmisor y receptor óptico en el caso de utilizar algún tipo de red tipo GPON o GEPON variara en vuas de sistema. Pero otros parámetros se mantienen buscar el diagrama del ojo se visualice de forma correcta.
- las distancias de los cables ópticos puestas influyen en la atenuación de los ONU hacia los OLT para poder ajustar la simulación se buscara poner distancias cortas.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL**  
**CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES**  
**LABORATORIO DE COMUNICACIONES ÓPTICAS**  
**PREPARATORIO DE LABORATORIO**

Juan Pablo Noroña  
D.V.

**INTEGRANTES:**

Alvarez Sosa, Fabrizio Javier  
Balcarce Castro, Segundo Guillermo  
Cárdenas Rojas, Christian Orlando  
Jácome Rojas, Gilber Andrés  
Tobonero Tocino, Alex Roger  
Tocapata Guzman, Esteban Raúl  
López Arriaga, Jean Carlos  
Santos Almáni, John Ricardo

FECHA: 19/12/2023

**LABORATORIO N.º.....**

TEMA: Implementación de un conector mecánico.

**OBJETIVO:**

Realizar la conectividad de fibra óptica mediante los conectores mecánicos SC/APC para el desarrollo de habilidades técnicas en el campo de las telecomunicaciones.

**EQUIPOS Y MATERIALES:****Equipos:**

- Empalmaora mecánica
- Ofcuer (sostadora de fibra óptica)
- Microscopio de inspección
- Elementos de protección especial (FPP)

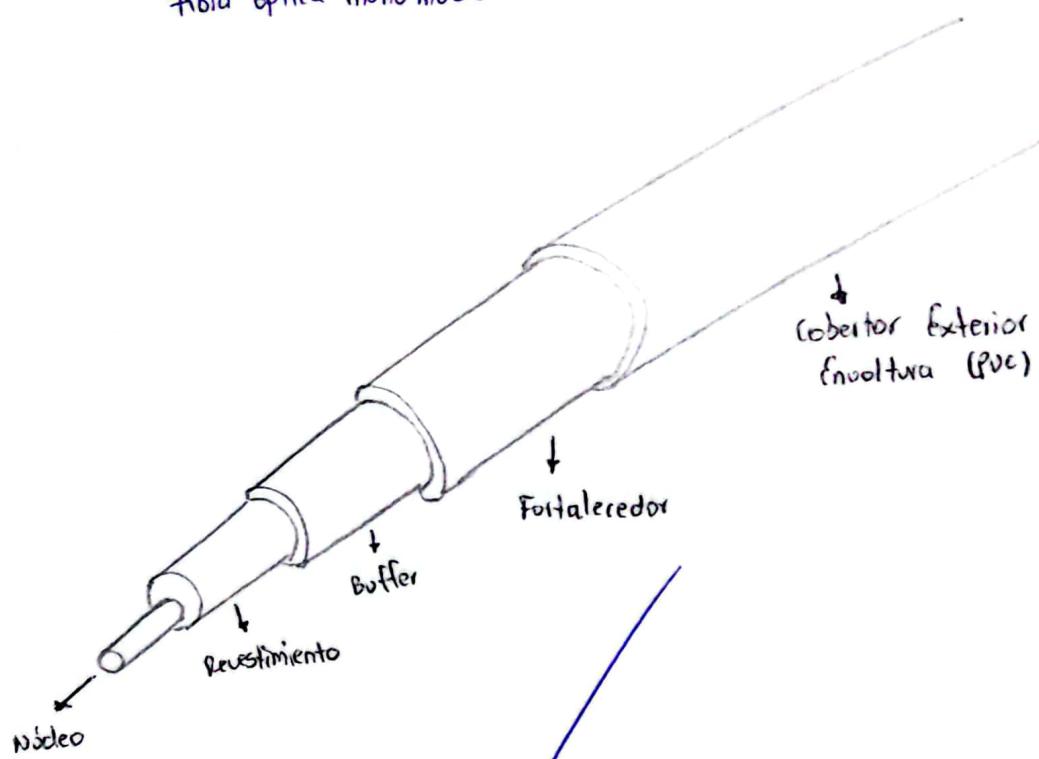
**Materiales:**

- Fibra óptica
- Conectores mecánicos
- Herramientas de limpieza
- Fuente de luz
- Adaptadores y alopladores

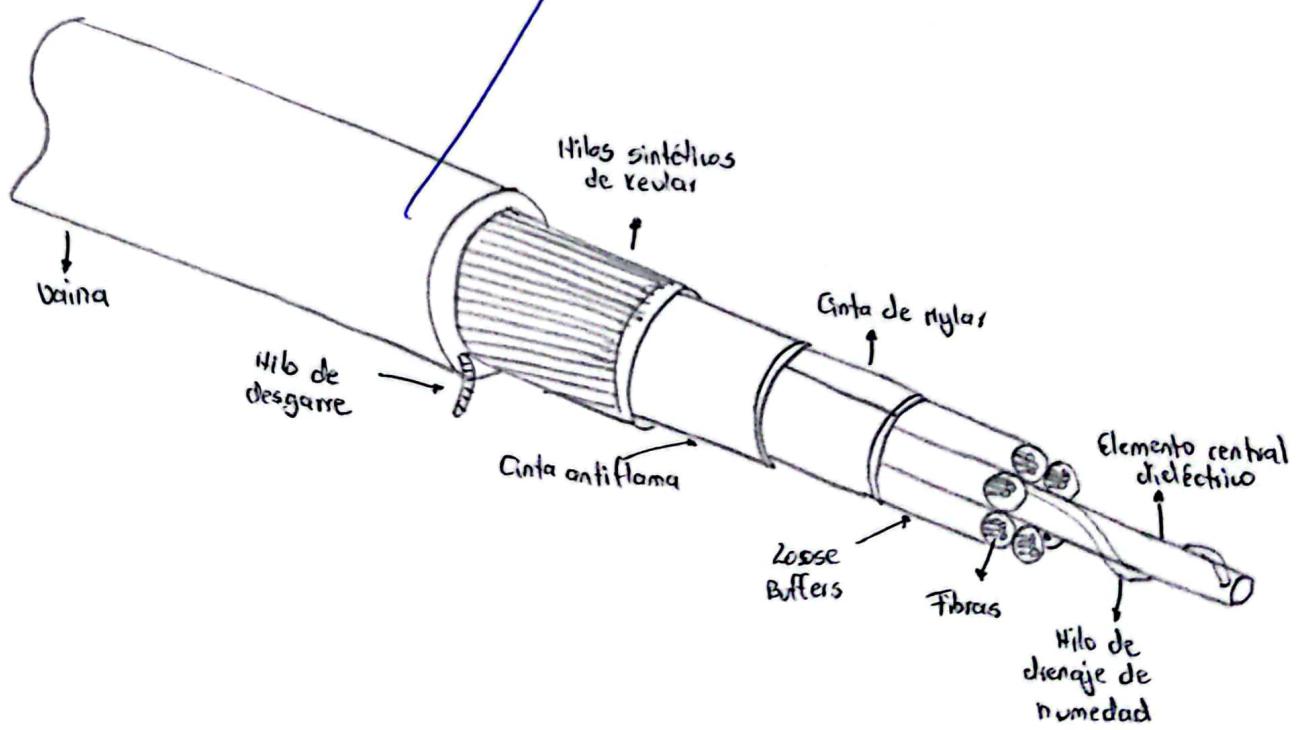
## ESQUEMAS Y DIAGRAMAS:

Partes de la fibra óptica

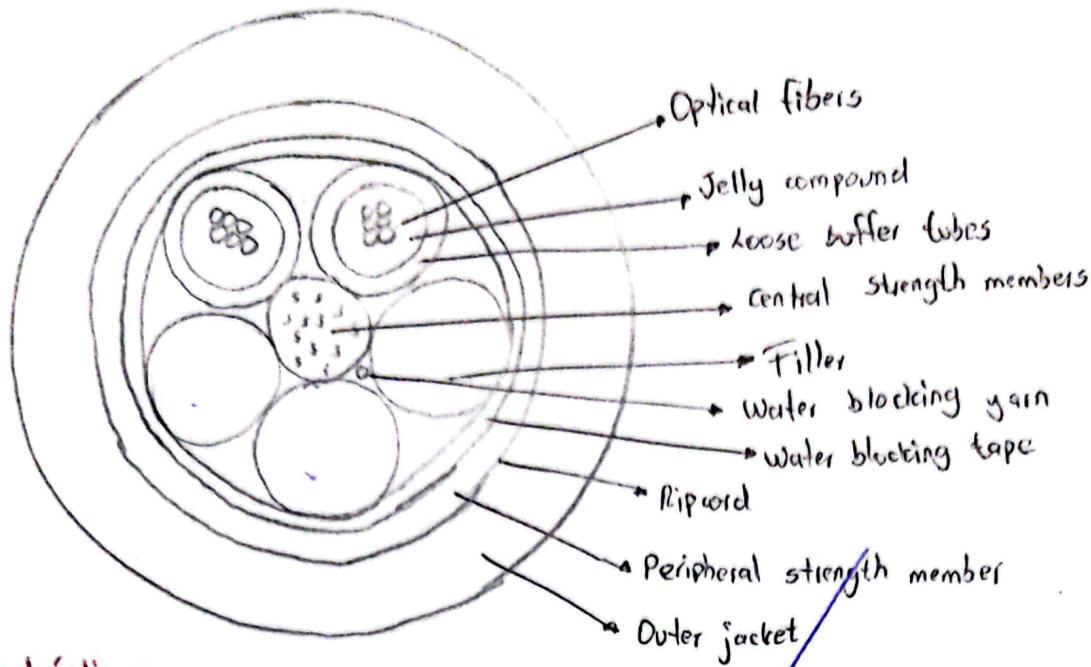
Fibra óptica mono modo



Fibra óptica multimodo



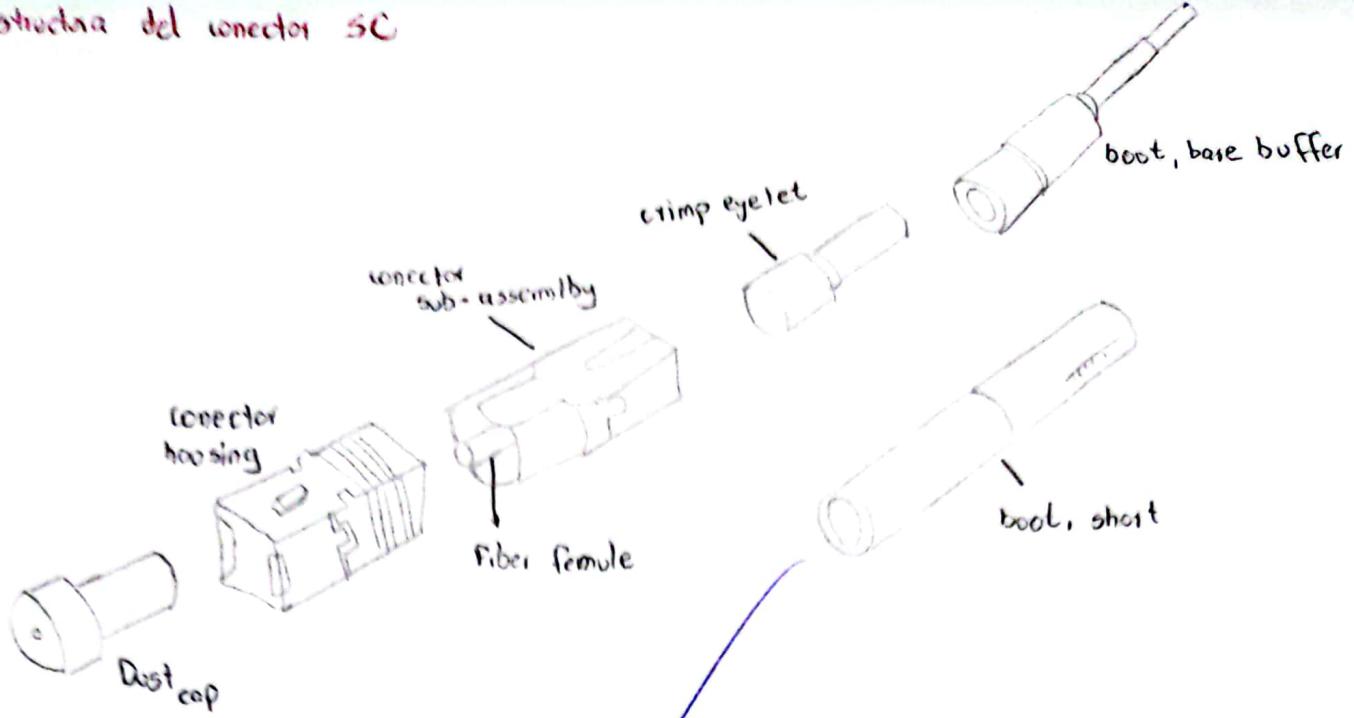
Elaborado por: Ing. Juan Pablo Pallo Noroña, Mg.



Características:

Items	Units	Specification
Attenuation coefficient	dB/km	$\leq 0.36$ at 1,310 nm
Chromatic dispersion	ps/nm.km	$\leq 3.5$ at 1.285 nm ~ 1330 nm 1.300 ~ 1.322
Zero dispersion wavelength	nm	
Zero dispersion slope	ps/nm <sup>2</sup> .km	$\leq 0.092$
Cable PMD (PPMDa)	ps/km	$\leq 0.02$
Cut-off wavelength	nm	$\leq 1,200$
Attenuation vs. bending	dB	$\leq 0.1$ at 1,625 nm
Mode field diameter	$\mu\text{m}$	$9.2 \pm 0.4$ at 1.310 nm
Core-clad concentricity error	$\mu\text{m}$	$\leq 0.6$
Cladding non-circularity	$\mu\text{m}$	$12.5 \pm 1.0$
Coating diameter	% 1mm	$24.5 \pm 1.0$
Proof test	Gpa	$\geq 0.69$

## Estructura del conector SC



## Tipos de conector SC

Conector SC APC: Tiene un ángulo de ocho grados estándar de la industria. Cualquier luz que se dirige hacia la fuente se refleja realmente en el revestimiento de la fibra.

Conector SC UPC: Es una mejora con respecto al conector SC para PC, lo que da como resultado una reflexión posterior/inferior (ORL) que un conector PC estándar y permite señales más confiables en sistemas de TV digital.

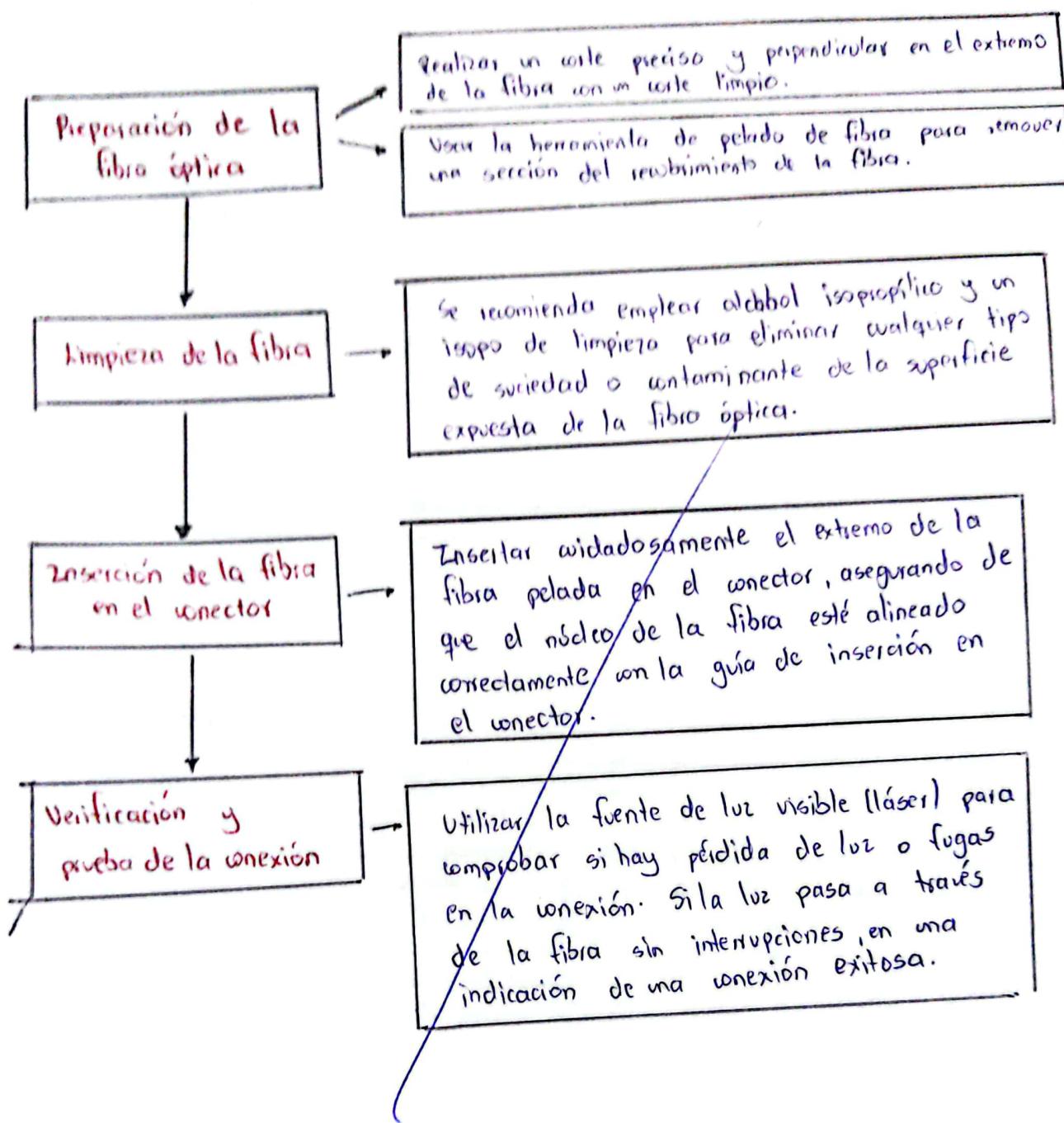
## Aplicación de los conectores

Tienen diversas aplicaciones en diferentes industrias y entornos:

- Redes de comunicación y Telecomunicaciones
- Centros de datos
- Sistemas de CCTV y Vigilancia
- Sistemas de control industrial.
- Aeropuertos y Estaciones de transporte.
- Redes de área local.
- Enlaces de Fibra Óptica de larga distancia.
- Infraestructuras de conexión temporal.

# Diagramas

Pasos para realizar la práctica.



## CONCLUSIONES:

- Los conectores mecánicos se tomará en cuenta el tipo de conector de acuerdo al uso; y a que tipo de equipos irá conectado; el desacoplamiento de la fibra óptica es esencial para no tener errores con los conectores mecánicos.
- Los parámetros técnicos que toman referencia para los conectores mecánicos; el punto principal son las perdidas nulas entre 0dB a 0,2dB.
- Los conectores mecánicos son una opción rentable y rápida para realizar conexiones temporales de fibra óptica en aplicaciones donde la perdida de señal no se atenúa, por lo que se realizó de manera satisfactoria los conectores mecánicos.

## RECOMENDACIONES:

- Es un punto muy importante al momento de arnudar o pelar la cubierta protectora tener los implementos básicos para realizar la práctica, ya que puede existir la posibilidad que los pedazos de fibra óptica que se cortan vuelen y se adhieran a los ojos.
- Pelar y tirar a medida la fibra óptica de forma correcta para al momento de manipular no sufra otras dañinas y poder conectar los conectores mecánicos de manera eficiente.
- Utilizar una fuente de laser; para la comprobación del correcto uso de los conectores mecánicos; así como el desarrollo realizado en una anterior práctica.